T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

OVAL KÖK KANALLI DİŞLERDE FARKLI FERRULE UZUNLUKLARI VE ESTETİK POST UYGULAMALARININ KÖK KIRIKLARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

AYGÜL SEVDA ATALAY

DANIŞMAN
PROF. DR. BEGÜM AKKAYAN KESMEZACAR

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
KURON KÖPRÜ PROTEZİ PROGRAMI

İSTANBUL-2011

TEZ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Kuron Köprü Protezi Programında Dok. Öğr. A.Sevda Atalay tarafından hazırlanan Oval Kök Kanallı Dişlerde Farklı Ferrule Uzunlukları ve Estetik Post Uygulamalarının Kök Kırıklarına Etkilerinin İncelenmesi başlıklı Doktora tezi, yapılan tez sınavında Jürimiz tarafından başarılı bulunarak kabul edilmiştir.

29 / 12 / 2011

Tez Sınav Jürisi

Ünvanı Adı Soyadı (Üniversitesi, Fakültesi, Anabilim Dalı) İmzası

1.PROF. DR. BEGÜM KESMEZACAR(DANIŞMAN-İ.Ü.DİŞHEK.FAK./PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ A.B.D.)

2.PROF. DR. BETÜL TUNCELİ(SINAV JÜRİ ÜYESİ-İ.Ü.DİŞHEK.FAK./PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ A.B.D.)

3.PROF. DR. BÜLENT ŞERMET (SINAV JÜRİ ÜYESİ-İ.Ü.DİŞHEK.FAK./PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ A.B.D.)

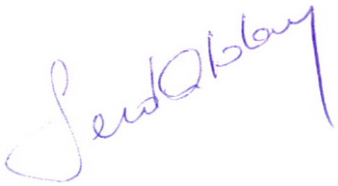
4..DOÇ.DR.GÖKHAN AKGÜNGÖR(TEZ İZLEME KOMİTE ÜYESİ-İ.Ü.DİŞHEK.FAK./PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ A.B.D.)

5.DOÇ. DR. JALE TANALP(TEZ İZLEME KOMİTE ÜYESİ-YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ DİŞHEK.FAK./ENDODONTİ ANABİLİM DALI

BEYAN

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

A. Sevda ATALAY



İTHAF

Aileme ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ve tezimin hazırlanması sırasında bilgi ve deneyimi ile bana her zaman her konuda yol gösteren, yardımını ve desteğini esirgemeyen değerli **Hocam** ve **tez danışmanım** sayın **Prof. Dr. Begüm Akkayan Kesmezacar**'a,

Tez izleme komitemdeki değerli hocalarım **Doç. Dr. Gökhan Akgüngör** ve **Doç. Dr. Jale Tanalp**'e, tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerini paylaştıkları için,

Doktora eğitimim boyunca tüm klinik ve teorik bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocam **Prof. Dr. Betül Tuncelli** ve kürsümüzün tüm değerli **öğretim üyelerine**, bu süreçte bana destek olan tüm çalışma **arkadaşlarıma**,

Deney örneklerimin hazırlanmasında ve laboratuvar testlerinin gerçekleştirilmesinde bana yardımcı olan ve tüm olanaklardan yararlanmamı sağlayan **Baykal Karabudak** ve **Murat Sağlam**'a

Doktora eğitimim süresince Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında burs vererek bana destek olan **TÜBİTAK**'a

Doktora eğitimim ve tez çalışmam süresince yardımını esirgemeyen, her aşamada yanımda olan ve beni cesaretlendiren sevgili **Ozan Onur**'a

Hayatım boyunca olduğu gibi doktora çalışmam süresince de sabır ve desteğini esirgemeyen sevgili **aileme**, gösterdikleri sonsuz sevgi ve anlayış için,

teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 8142

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI ..... İİ
BEYAN ..... İİİ
İTHAF ..... İV
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER ..... Vİ
TABLOLAR LİSTESİ ..... İX
ŞEKİLLER LİSTESİ X
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ XV
ÖZET ..... XVİ
ABSTRACT ..... XVİİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Post uygulamasında dişe ait değişkenler 4
2.1.1. Kökün uzunluk ve genişliği 4
2.1.2. Kök kanalının formu ve kesiti 6
2.1.3. Endodontik tedavi sonrası dişlerde meydana gelen değişimler 8
2.1.4. Kalan kuronal diş dokusu miktarı 9
2.1.4.1. Kalan diş dokusu miktarının sağladığı destek 9
2.1.4.2. Kalan diş dokusu miktarının şekillendirilmesi 11
2.2. Post uygulamasında posta ait değişkenler 15
2.2.1. Uzunluk 15
2.2.2. Çap 16
2.2.3. Elastiklik modülü 17
2.2.4. Estetik özellikler 19
2.2.5. Tekrarlanabilirlik 20
2.3. Post sistemlerinin yapım yöntemine göre sınıflandırılması 21
2.3.1. Vakaya özel hazırlanan post sistemleri 21
2.3.1.1. Döküm yöntemi ile elde edilen postlar 22
2.3.1.2. Kopya-freze yöntemi ile elde edilen postlar 23
2.3.2. Prefabrike post sistemleri 25

2.4. Post sistemlerinin yapıldıkları materyale göre sınıflandırılması 26
2.4.1. Metal post sistemleri 27
2.4.2. Seramik post sistemleri 27
2.4.3. Fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri 30
2.4.3.1. Karbon fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri 34
2.4.3.2. Cam fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri 35
2.4.3.3. Kuartz fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri 36
2.4.3.4. Polietilen fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri 37
2.5. Post uygulamasında güncel yaklaşımlar 38
2.5.1. Post tasarımları 38
2.5.2. Kök kanal formu ile uyumlu postlar 46
2.5.3. Post için kök kanalı hazırlığında yöntemler 49
2.5.4. Post-siman aralığı 51
3. GEREÇ VE YÖNTEM 55
3.1. Deney örneklerinin hazırlanması 58
3.1.1. Diş köklerinin ve kök kanallarının hazırlanması 58
3.1.2. Kök kanallarının doldurulması 60
3.1.3. Kök kanal dolgusunun boşaltılması 60
3.2. Deney gruplarının oluşturulması 60
3.3. Post sistemleri için kök kanallarının hazırlanması 63
3.3.1. Ellipson sistemi için kök kanallarının hazırlanması 64
3.3.2. D.T Light Post Illusion X-RO ve Fibercone sistemi için kök kanallarının hazırlanması 67
3.3.3. RelyX Fiber Post #1 sistemi için kök kanallarının hazırlanması 69
3.3.4. RelyX Fiber Post #2 sistemi için kök kanallarının hazırlanması 71
3.4. Postların kök kanallarına simantasyonu 73
3.5. Dişlerin akrilik bloklara gömülmesi 76
3.6. Postların kuronal uzantılarının kesilmesi 82
3.7. Ferrule oluşturulması 83
3.8. Core üst yapının oluşturulması 87
3.9. Kuron protezlerinin üretilmesi 95
3.10. Kuron protezlerinin simante edilmesi 99
3.11. Deney örneklerine ait kırılma dayanımı değerlerinin belirlenmesi 102

4. BULGULAR 106
4.1. Deney gruplarının kırılma dayanımı açısından değerlendirilmesi 106
5. TARTIŞMA 121
KAYNAKLAR 138
ÖZGEÇMİŞ 154

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3-1: Deney gruplarının oluşturulması.....61
Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan materyaller.....62
Tablo 3-3: Çalışmada kullanılan cihazlar.....63
Tablo 4-1: Deney gruplarına ait kırılma dayanımı değerlerinin ortalama ve standart sapmaları.....106
Tablo 4-2: A grubuna ait kırılma dayanımı değerleri 109
Tablo 4-3: B grubuna ait kırılma dayanımı değerleri.....110
Tablo 4-4: C grubuna ait kırılma dayanımı değerleri.....111
Tablo 4-5: D grubuna ait kırılma dayanımı değerleri 112
Tablo 4-6: Ferrule oluşturulması ile grupların kırılma dayanımında meydana gelen artış miktarı.....113
Tablo 4-7: Ferrule oluşturulmayan gruplarda post tipinin karşılaştırılması.....114
Tablo 4-8: Ferrule oluşturulan gruplarda post tipinin karşılaştırılması.....115
Tablo 4-9: Post tiplerinin ferruleden bağımsız olarak karşılaştırılması 117
Tablo 4-10: Post tipinden bağımsız olarak ferrule etkinliğinin karşılaştırılması.....118
Tablo 4-11: 2-yönlü varyans analizi sonuçları (2-way ANOVA).....120

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: A. Fauchard'ın uyguladığı ilk post sistemi, B. Lateral kesici dişlere post uygulanmış altı üyeli ön bölge köprü protezi-(192).....3
Şekil 2-2: A. Apikal kök perforasyonu-(167)'den , B. Lateral kök perforasyonu.....5
Şekil 2-3: Kök kanallarının form özellikleri-(167)'den 7
Şekil 2-4 Dairesel kök kanal kesitine sahip kanin dişinin radyografik görüntüsü.....7
Şekil 2-5: Oval kök kanal kesitine sahip kanin dişinin radyografik görüntüsü.....7
Şekil 2-6: Dairesel ve oval kök kanal kesitinin şematik görünümü.....8
Şekil 2-7: Core yapısında oluşturulan servikal bandın şematik görünümü–(188)'den...11
Şekil 2-8: Ferrule hazırlığının şematik görünümü-(188)'den.....12
Şekil 2-9: Post-core uygulaması öncesinde yapılan ferrule hazırlığı görüntüsü-(90)'den 13
Şekil 2-10: Ferrule hazırlığına ait özelliklerin şematik görünümü-(123)'den.....15
Şekil 2-11: Direk yöntem ile hasta ağzında hazırlanan post-core maketi 22
Şekil 2-12: Direk yöntem ile karbonize olabilen akrilik reçine kullanılarak hazırlanan post-core maketi.....23
Şekil 2-13: Kopya-freze yöntemi ile hazırlanan zirkonya post-core restorasyonu-(142)'den.....24
Şekil 2-14: Direk yöntem ile hazırlanan post-core maketinin CAD/CAM cihazında taranmış görüntüsü 24
Şekil 2-15: Farklı elastiklik modülüne sahip materyallerin kuvvet iletimi özellikleri-(162) 32
Şekil 2-16: Farklı post tasarımları. A. Konik ve düz yüzeyli post, B. Konik ve çentikli post, C. Konik sonlanan yivli post, D. Paralel ve düz yüzeyli post, E. Paralel ve çentikli post F. Paralel ve yivli post-(167)'den 38
Şekil 2-17: D.T Light Post Illusion X-RO Sistemine ait örnek postlar ve postun kullanımı.....40
Şekil 2-18: Parapost sistemine ait örnek postlar ve postun kullanımı.....41
Şekil 2-19: Ellipson Tip ve Ellipson Post Örneği.....42
Şekil 2-20: Ellipson sisteminin kullanılması 42
Şekil 2-21: Cosmopost sistemine ait örnek post seti ve preslenebilir seramik ingotlar.43
Şekil 2-22: EasyPOST sistemine ait post ve set örneği.....43

Şekil 2-23: RelyX Fiber Post sistemine ait post seti örneği 44
Şekil 2-24: everStickPost sistemine ait post örneği ve uygulanışı.....45
Şekil 2-25: Fibercone sistemine ait örnek post ve postun kullanımı.....45
Şekil 2-26: Oval kesite sahip kök kanalında dairesel kesitli standart postun kullanımı-(36)'den 47
Şekil 2-27: Oval kesitli kanalda dairesel kesitli postun kullanılmasıyla postun etrafında oluşan siman tabakasının görüntüsü-(162)'den 47
Şekil 2-28: D.T Light Post sisteminin gelişimi-(162)'den 48
Şekil 2-29: D.T Light Post sistemine ait postların çap ve koniklik özellikleri-(162)'den 49
Şekil 3-1: Oval kök kanalına sahip kanin dişinin radyografik görüntüsü 56
Şekil 3-2: Oval kök kanal kesitinin şematik görünümü 56
Şekil 3-3: Seçilen örnek kanin dişi.....57
Şekil 3-4: Kuronun uzun eksene dik olacak şekilde kökten ayrılması.....59
Şekil 3-5: Deney gruplarının oluşturulması.....61
Şekil 3-6: Ellipson Post set örneği 64
Şekil 3-7: Ellipson Post ve Ellipson Tip.....65
Şekil 3-8: Oval kesitli Ellipson Post'a ait boyutsal özellikler 65
Şekil 3-9: Ellipson Post uygulaması için kök kanallarının hazırlanması 66
Şekil 3-10: Sisteme ait oval kesitli özel ultrasonik uç ve cihaz.....66
Şekil 3-11: DT Light Post Illusion X-RO ve Fibercone set örneği.....67
Şekil 3-12: DT Light Post Illusion X-RO, Fibercone ve sisteme özgü frez.....68
Şekil 3-13: DT Light Post Illusion X-RO ve Fibercone uygulaması için kök kanallarının hazırlanması 68
Şekil 3-14: RelyX Fiber Post #1 için set örneği 69
Şekil 3-15: RelyX Fiber Post #1 ve sırasıyla kullanılan frezler.....70
Şekil 3-16: RelyX Fiber Post #1 uygulaması için kök kanallarının hazırlanması 70
Şekil 3-17: RelyX Fiber Post #2 için set örneği 71
Şekil 3-18: RelyX Fiber Post #2 ve sırasıyla kullanılan frezler.....72
Şekil 3-19: RelyX Fiber Post #2 uygulaması için kök kanallarının hazırlanması 72
Şekil 3-20: Postların simantasyonunda kullanlan Clearfil SA Cement ve Endodontik uygulama ucu 73
Şekil 3-21: Clearfil SA Cement'in endodontik uç ile post boşluğuna uygulanması.....74

Şekil 3-22: Postun kök kanalına yerleştirilmesi.....74
Şekil 3-23: Postun stabilizasyonu için parmak basıncı uygulanması.....75
Şekil 3-24: Taşan fazla simanın temizlenmesi.....75
Şekil 3-25: Simanın polimerizasyonu için ışık uygulanması.....76
Şekil 3-26: Akrilik blokların standardizasyonunda kullanılan özel metal kalıbın teknik çizimi 77
Şekil 3-27: Akrilik blokların standardizasyonu için üretilen özel metal kalıp 78
Şekil 3-28: Örneklerin fiksatör ile metal kalıbın ortasında konumlandırılması 78
Şekil 3-29: Örneklerin fiksatör ile mine-sement sınırının 2mm altına kadar akriliğe gömülmesi.....79
Şekil 3-30: G1-A grubuna ait deney örnekleri.....80
Şekil 3-31: G1-B grubuna ait deney örnekleri.....80
Şekil 3-32: G1-C grubuna ait deney örnekleri.....81
Şekil 3-33: G1-D grubuna ait deney örnekleri.....81
Şekil 3-34: Postların kuronal uzantılarının kesilmesinde kullanılan özel separe 82
Şekil 3-35: Postların kuronal uzantılarının kesilmesi.....82
Şekil 3-36: Mine-sement sınırından itibaren 2 mm yüksekliğinde ferrule oluşturulmasının şematik görünümü-(44)'den.....83
Şekil 3-37: Mine-sement sınında ferrule oluşturulması 84
Şekil 3-38: 2 mm yüksekliğinde ferrule oluşturulan örnek 84
Şekil 3-39: G2-A grubuna ait deney örnekleri.....85
Şekil 3-40: G2-B grubuna ait deney örnekleri.....85
Şekil 3-41: G2-C grubuna ait deney örnekleri.....86
Şekil 3-42: G2-D grubuna ait deney örnekleri.....86
Şekil 3-43: Core üst yapısının standardizasyonunda kullanılan özel metal kalıbın teknik çizimi 87
Şekil 3-44: Core üst yapı için hazırlanan temel tasarım.....88
Şekil 3-45: Core üst yapısının standardizasyonu için üretilen özel metal kalıp 89
Şekil 3-46: Metal kalıbın ölçüsünün alınması 89
Şekil 3-47: Metal kalıptan silikon ölçüsü 90
Şekil 3-48: Silikon ölçü içine seffaf epoksi reçinenin dökülmüş görünümü.....90
Şekil 3-49: Standart core hazırlığında kullanılmak amacıyla epoksi reçineden üretilen kalıp 91

Şekil 3-50: Kanin dişinde core hazırlığı yapılmış olan akrilik bloğun epoksi kalıp içerisinde konumlandırılmış görünümü 91
Şekil 3-51: Temel core hazırlığına ait negatif boşluğun görünümü 92
Şekil 3-52: DC Bond Core materyali set örneği 93
Şekil 3-53: Core materyalinin ölçüye uygulanması 93
Şekil 3-54: Fazla core materyalinin çıkışının sağlanması 94
Şekil 3-55: Core materyalinin ışıkla polimerize edilmesi 94
Şekil 3-56: Deney örneğinde post üzerinde tamamlanmış bir kompozit core görünümü 95
Şekil 3-57: CAD/CAM cihazında temel core tasarımının taranması 96
Şekil 3-58: Tasarımı tamamlanan kuron protezinin görüntüsü 96
Şekil 3-59: Cercon Base Cast, frezelenebilir poliüretan (PU) esaslı blok 97
Şekil 3-60: Poliüretan esaslı bloktan aşındırılarak elde edilen kuron protezi modelajı örneği 97
Şekil 3-61: Altyapı formunda hazırlanan lityum disilikat esaslı tam seramik kuron protezi örneği 98
Şekil 3-62: Kuron protezinin palatinalinde konumlandırılan standart yükleme noktası. 98
Şekil 3-63: Clearfil Ceramic Primer, silan bağlayıcı ajan 99
Şekil 3-64: Kuron protezlerine silan uygulanması 100
Şekil 3-65: Kuron protezlerinin simantasyonu için kullanılan Clearfil SA Cement set örneği 100
Şekil 3-66: Simantasyon sonrası deney örneğine ait şematik görünüm-(158)'den 101
Şekil 3-67: Simante edilmiş örnek grubu 101
Şekil 3-68: Kullanılan üniversal test cihazı 103
Şekil 3-69: Baskı kuvveti uygulanacak deney örneklerinin yerleştirildiği statifin teknik çizimi 104
Şekil 3-70: Kuvvetin 135° açı ile palatinal yüzeydeki çentik üzerine uygulanması-(44)'den 104
Şekil 3-71: Baskı kuvvetinin 135° açı ile palatinal yüzeydeki çentik üzerinden deney örneğine uygulanması 105
Şekil 3-72: Uygulanan baskı kuvveti sonucunda oluşan kırık hattı örneği 105
Şekil 4-1: Deney gruplarına ait kırılma dayanımı değerleri 107
Şekil 4-2: Deney gruplarına ait kırılma dayanımı değerleri 108

Şekil 4-3: Deney gruplarına ait kırılma dayanımı değerleri 108
Şekil 4-4: A grubuna ait kırılma dayanımı değerleri.....109
Şekil 4-5: B grubuna ait kırılma dayanımı değerleri.....110
Şekil 4-6: C grubuna ait kırılma dayanımı değerleri.....111
Şekil 4-7: D grubuna ait kırılma dayanımı değerleri.....112
Şekil 4-8: Ferule oluşturulması ile grupların kırılma dayanımında meydana gelen artış miktarı.....113
Şekil 4-9: Ferrule oluşturulmayan gruplarda post tipinin karşılaştırılması 114
Şekil 4-10: Ferrule oluşturulmayan gruplarda post tipinin karşılaştırılması 115
Şekil 4-11: Ferrule oluşturulan gruplarda post tipinin karşılaştırılması.....116
Şekil 4-12: Ferrule oluşturulan gruplarda post tipinin karşılaştırılması.....116
Şekil 4-13: Post tiplerinin ferruleden bağımsız olarak karşılaştırılması 117
Şekil 4-14: Post tiplerinin ferruleden bağımsız olarak karşılaştırılması 118
Şekil 4-15: Post tipinden bağımsız olarak ferrule etkinliğinin karşılaştırılması.....119
Şekil 4-16: Post tipinden bağımsız olarak ferrule etkinliğinin karşılaştırılması.....119

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

10-MDP: 10-Metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat

4-META: 4-metakriloksietil trimellitat anhidrit

HEMA: Hidroksietilmetakrilat

Bis-GMA: Bisfenol-A-glisidilmetakrilat

TEG-DMA: Tetraetileneglikol dimetakrilat

Al_2O_3: Aluminyum oksit

ZrO_2: Zirkonyum dioksit

NaOCl: Sodyumhipoklorid

EDTA: Etilendiamin tetraasetik asit

SEM: Scanning Electron Microscobe (Tarayıcı elektron mikroskobu)

mm: Milimetre

cm: Santimetre

µm: Mikrometre

psi: Pounds per square inch

MPa: Megapaskal

GPa: Gigapaskal

N: Newton

ÖZET

Atalay, A.S. (2011). Oval Kök Kanallı Dişlerde Farklı Ferrule Uzunlukları ve Estetik Post Uygulamalarının Kök Kırıklarına Etkilerinin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Bu in-vitro çalışmanın amacı, oval kök kanal formuna sahip endodontik tedavili dişlerin fiber destekli estetik postlarla restorasyonunda, farklı post sistemlerinin ve ferrule oluşturulmasının kök kırığına direnç üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

Oval kök kanal kesitine sahip 80 adet kanin dişine kök kanal tedavisi uygulandı. Kök kanal tedavilerinin tamamlanmasını takiben dişler 2 ana gruba ayrıldı (n=40). Ferrule oluşturulmayan gruplar için (G1), dişlerin kuron kısımları bukkal mine-sement sınırından ayrıldı. Ferrule oluşturulan gruplar (G2) ise bukkal mine-sement sınırının 2 mm kuronalinden kesilerek hazırlandı. Her iki grup, farklı fiber destekli estetik post uygulamaları için her biri 10 adet dişten oluşan 4 alt gruba ayrıldı. Gruplara sırası ile 1. Ellipson Post; Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, France, 2. DT Light Post + Fibercone; Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, France, 3. Relyx Fiber Post #1; 3M ESPE, Seefeld, Germany, 4. RelyX Fiber Post #2; 3M ESPE, Seefeld, Germany post sistemleri uygulandı. Postların kök kanallarına simantasyonu sonrasında, kökler mine-sement sınırının 2 mm apikalinden akrilik bloklara gömüldü. Dual polimerize olan kompozit core materyali kullanılarak standart core yapıları oluşturuldu. Örnekler üzerine hazırlanan tam seramik kuron protezlerinin simantasyonu sonrasında, tüm örnekler üniversal test cihazında uzun eksene 135° açı ile 1 mm/dk hızla yüklenerek, kırılma dayanımları test edildi. Elde edilen sonuçlar Student's t testi, varyans analizleri ve Tukey HSD testi kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Kırılma dayanımlarının değerlendirilmesi sonucunda en yüksek değerler, ferrule oluşturulan ve oluşturulmayan her iki grup için de, standart postun yardımcı bir post ile desteklendiği örnek grubu (DT Light Post + Fibercone) için elde edilmiştir ($p<0,001$). Post tipinden bağımsız olarak ferrule etkinliğinin değerlendirilmesi sonucunda, ferrule oluşturulmasının tüm örneklerin kırılma dayanımını anlamlı derecede arttırdığı gözlenmiştir ($p<0,001$). Oval kanal formuna sahip diş köklerinin postlarla restorasyonunda, kök kanalının oval kesiti nedeniyle sirküler formdaki ana postun etrafında kalan boşlukların, siman materyali yerine küçük çaplı yardımcı postlar ile desteklenmesinin ve ferrule oluşturulmasının kırılma dayanımını ileri derecede arttırdığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarının, klinik uygulamaların başarısına fayda sağlayacağını düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler : Oval kök kanal formu, fiber destekli post, ferrule etki, yardımcı post, kırılma dayanımı

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 8142

ABSTRACT

Atalay, A.S. (2011). Effect Of Ferrule Preparation And Aesthetic Post Systems On The Facture Resistance Of Teeth With Oval Root Canals. Istanbul University, Institute of Health Science, Department of Prosthodontics. PhD Project. İstanbul.

The purpose of this in-vitro study was to evaluate the effect of different fiber reinforced aesthetic post systems and ferrule preparation on the fracture resistance of endodontically treated teeth with oval root canals.

80 human canines with oval root canals were endodontically treated. Teeth were divided into 2 main groups (n=40) following endodontic treatments. For the non-ferrule group (G1), teeth were decoronated at the cemento-enamel junction (CEJ) perpendicular to the long axis. For the ferrule group (G2), teeth were sectioned 2 mm coronal to the CEJ. Both groups were further divided into 4 subgroups consisting of 10 specimens in order to receive different fiber-reinforced esthetic posts. Different post systems were used to form the experimental groups as follows: 1. Ellipson Post; Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, France, 2. DT Light Post + Fibercone; Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, France, 3. Relyx Fiber Post #1; 3M ESPE, Seefeld, Germany, 4. RelyX Fiber Post #2; 3M ESPE, Seefeld, Germany. Teeth were embedded into acrylic resin molds 2 mm below the CEJ following cementation of the posts into the root canals. Cores were fabricated for the coronal portions of the posts using a dual polymerizing composite core material. All ceramic crowns were also constructed and cemented. All specimens were compressively loaded at 135° angle to the long axis of teeth in a universal testing machine at a crosshead speed of 1mm/min until fracture. Data obtained were analyzed statistically using Student's t test and ANOVA followed by Tukey HSD multiple comparison tests. The experimental group (DT Light Post + Fibercone) in which the teeth were restored with a standard circular post combined with an accessory post revealed the highest fracture strength values in both ferrule and non-ferrule groups ($p<0,001$). Regardless of the post type, ferrule preparation had a significant influence on the fracture resistance and increased the loads to failure in all groups ($p<0,001$). Within the limitations of this in-vitro study, it can be concluded that the use of accessory posts with the main post allows a reduction in cement thickness, forms a rigid post-canal adaptation and avoids the poor post-canal adaptation caused by the empty spaces around the circular posts when restoring teeth with oval root canals. The results of this study could serve as effective measures for clinical applications.

Key Words: Oval root canal form, fiber reinforced post, ferrule effect, accessory post, fracture resistance

The present work was supported by the Research Fund of Istanbul University. Project No. 8142

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde endodontik tedavi ve protetik uygulamalarda meydana gelen gelişmelere ve kullanıma sunulan materyallere bağlı olarak madde kaybına uğramış dişler, uzun süreli olarak kullanılabilmektedir (53). Geriye kalan diş dokularının bütünlüğünü korumak ve yapılacak restorasyonda gerekli tutuculuğu elde edebilmek amacıyla farklı post sistemleri geliştirilmiştir. Dişlere ait bazı değişkenler de post uygulamasının başarısında belirleyici olmaktadır.

Post uygulaması planlanırken kökün uzunluk ve genişliği, dişin anatomik özellikleri, kök kanalının konfigürasyonu ve kök kanalının kesiti göz önünde bulundurulmalıdır. Kök kanallarının anatomisi ile ilgili olarak yapılmış birçok çalışmada oval kök kanalı formundan bahsedilmektedir (36). Kullanılacak olan postun seçimi öncesinde kök kanalının kesitinin değerlendirilmesi endodontik tedavili dişlerin postlarla restorasyonunda önemli bir kriterdir. Prefabrike postlar sıklıkla dairesel kesitlere sahip iken, kök kanallarının önemli bir çoğunluğunun oval form özellikleri göstermesi nedeniyle postun kök kanalına uyumu yetersiz olmaktadır (167). Seçilen post, kanalın şekline ve formuna ne kadar iyi uyum gösteriyorsa o derecede başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Çünkü daha az dentin kaldırılmasını gerektirmekte ve bunun sonucunda dişin kırılma dayanımı ve postun retansiyonu artmaktadır (185). Kök kanalına tam olarak uyumlanabilen post sistemleri uygun bir reçine esaslı siman ile birlikte kullanıldığında, core üzerine gelen kuvvetin dişe daha homojen aktarılmasına yardımcı olacağı da bildirilmektedir (20).

Geriye kalan diş dokusu miktarı restorasyonun uzun dönem başarısında önemli bir etkendir. Geride kalan doğal diş dokusu miktarı değerlendirilerek, core yapısının retansiyonunu sağlamak ve restorasyona destek olmak için post uygulamasının gerekli olup olmadığına karar verilmelidir (30). Post uygulaması yapılan dişlerde en sık karşılaşılan temel klinik başarısızlıklar kök kırıkları ve postun tutuculuk kaybıdır. Dişin kole bölgesinde yeterli yükseklikte ferrule hazırlığı yapılmasının, uzun süreli ve başarılı tedavi sonuçları sağladıkları bildirilmektedir.

İn vitro çalışmalar, kuron protezinin basamaktan kuronale uzanan dentin duvarlarını sarması ve dentin duvarının en az 1.5 mm yükseklikte olması durumunda ferrule etkisinin ortaya çıkığını, bu ferrule etkisinin tek köklü dişlerde kök kırıklarına direnci

anlamlı derecede arttırdığını göstermiştir (188). Farklı araştırmacılar 1,5-2 mm ferrule oluşturulmasının kök-post-core sisteminin dayanıklılığı üzerinde önemli bir etken olduğunu bildirmektedir (73, 188).

Post-core sistemleri farklı rijiditelere sahip komponentler içermektedir. Daha rijit komponent distorsiyona uğramadan kuvvetlere direnç gösterebildiğinden, mekanik stres daha az rijit olan komponente iletilmektedir. Bu nedenle dentin ve post materyalinin elastiklik modülleri arasındaki farklılığın köke iletilen stresin miktarı ile direk ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu tür restorasyonlarda görülen başarısızlıkların en önemlisi olan dikey kök kırıklarının önlenmesi amacıyla fiber ile güçlendirilmiş postlar üretilmiştir. Fiber postların elastiklik modülü dentinin elastiklik modülüne oldukça yakındır ve bu özellik gelen kuvvetlerin kök kanal yüzeyi boyunca eşit olarak dağılmasına olanak sağlar. Fiber postların kuvvet altında esnediği ve yükün dentin ve post arasında paylaşıldığı bildirilmektedir (20). Dentinin elastiklik modülüne yakın değerlere sahip olan post-core sistemlerini kullanmak dişin kırılmaya karşı direncini arttıracaktır.

Post ve core materyallerinin estetik olarak uyumlu olmaları amacıyla fiber ile güçlendirilmiş kompozit ve seramik materyallerinden estetik postlar diş hekimlerinin kullanımlarına sunulmuştur. Post-core restorasyonunun renginin dentinin doğal rengine yakın olmasının gerekliliği bildirilmiş (63, 201), ve bu amaçla üretilmiş translusent fiber ile güçlendirilmiş kompozit postlar kullanıma sunulmuştur. Günümüzde, adeziv sistemlerin varlığı ve değişen estetik beklentiler doğrultusunda estetik post kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu postlar da farklı tasarımlarda ve farklı üreticiler tarafından diş hekimlerinin kullanımına sunulmaktadır. Tüm bu güncel post sistemleri estetik beklentileri karşılamayı amaçlarken, adeziv teknolojisindeki gelişmelerin sağladığı avantajlarla birlikte uzun ömürlü, kök kırıklarına neden olmayan post-core restorasyonlarının yapımına imkan verebilmeleri amacıyla üretilmekte ve sürekli geliştirilmektedir.

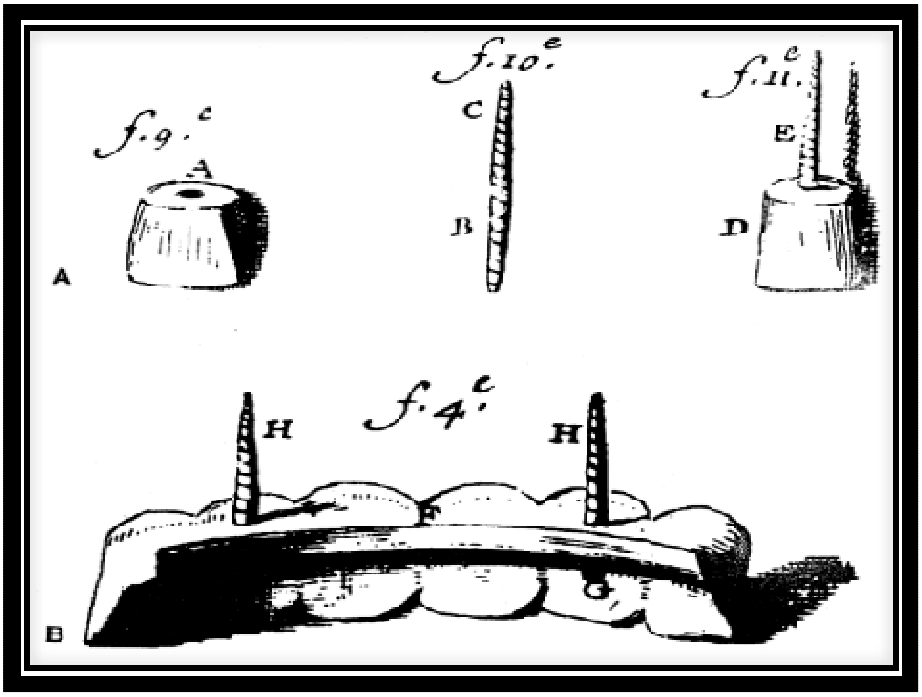
Bu değişkenler doğrultusunda, kök kanal kesiti oval olan dişlerde ferrule oluşturulmasının ve 3 farklı tasarım özelliğine sahip estetik post sisteminin kök kırıkları üzerindeki etkisinin incelenmesi ve sonuçların karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın sonuçlarının klinik kullanıma fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda, post uygulamasının öncülüğünü 18. yy'da Pierre Fauchard gerçekleştirmiştir. Başlangıçta, kök kanalı içine tahta çiviler yerleştire Fauchard, sonrasında kurşun tüpler, metal çiviler ve son olarak da altın postlar uygulamıştır (Şekil 2.1). Bu yüzyılda post uygulaması popüler bir tedavi haline gelmiştir (19).

Fauchard döneminin basit postlarını, Etienne Bourdet'in vidalı postları ve Maggiola'nın yaylı postları takip etmiştir. 1880 yılında Cassius M. Richmond, kendi adıyla anılan postlu kuron protezini tanıtmıştır (19).

Endodontik tedavi görmüş ve ileri derecede madde kaybına uğramış dişlerde fonksiyonel ve estetik gereksinimleri karşılayabilecek bir sabit protetik tedavinin yapılabilmesi oldukça güçtür. Bu nedenle günümüz diş hekimliğinde de post sistemleri ileri derecede madde kaybı bulunan dişlerde, kuronal restorasyona retansiyon ve kalan kök yapısına destek sağlamak amacıyla yaygın olarak uygulanan bir tedavi alternatifidir.



Şekil 2-1: A. Fauchard'ın uyguladığı ilk post sistemi, B. Lateral kesici dişlere post uygulanmış altı üyeli ön bölge köprü protezi-(192)

2.1. Post uygulamasında dişe ait değişkenler

Günümüzde endodontik tedavi ve protetik uygulamalarda meydana gelen gelişmelere ve kullanıma sunulan materyallere bağlı olarak madde kaybına uğramış dişler, uzun süreli olarak kullanılabilmektedir (49, 53). Ancak sıklıkla bu dişlerin kuronal kısımları çürük, erozyon, abrazyon, önceki restorasyonlar, travma veya endodontik giriş kavitesi nedeniyle tamamen veya kısmen kaybedildiğinden (22), başarılı bir endodontik tedavi sonrasında bile dişlerde kaçınılmaz değişimler meydana gelmektedir. Endodontik tedavi sonrasında dişlerde meydana gelen değişikliklerin dikkate alınarak uygun tedavi seçeneğinin belirlenmesi son derece önemlidir.

İleri derecede madde kaybına uğramış bir dişin tedavisinde başarı, iyi bir endodontik tedavi kadar, protetik restorasyon planlamasına da bağlıdır (30). Başarılı bir protetik restorasyon, fiziksel ve biyomekanik kuralların, periodontal, oklüzal, restoratif esasların ve dişin anatomisinin tam olarak sağlanması ile mümkündür (31).

Çürük, travma ya da endodontik tedaviye bağlı olarak aşırı derecede madde kaybına uğramış dişlerde kuron restorasyonu gerekli ise, core yapısına retansiyon sağlayarak dişi fonksiyonel kuvvetlere dirençli hale getirmek adına post uygulaması sıklıkla gerekmektedir. Post uygulamasının endodontik tedavili dişlerin direncini arttırmadığı ve post boşluğu hazırlanmasının kök kırığı oluşma riskini arttırdığı düşünüldüğünde (30), post uygulamadan önce her klinik durum titizlikle değerlendirilmelidir. Endodontik tedavili bir dişe post uygulaması konusunda karar verirken, endodontik tedavi görmüş diş ile ilgili dikkate alınması gereken değişkenler bulunmaktadır.

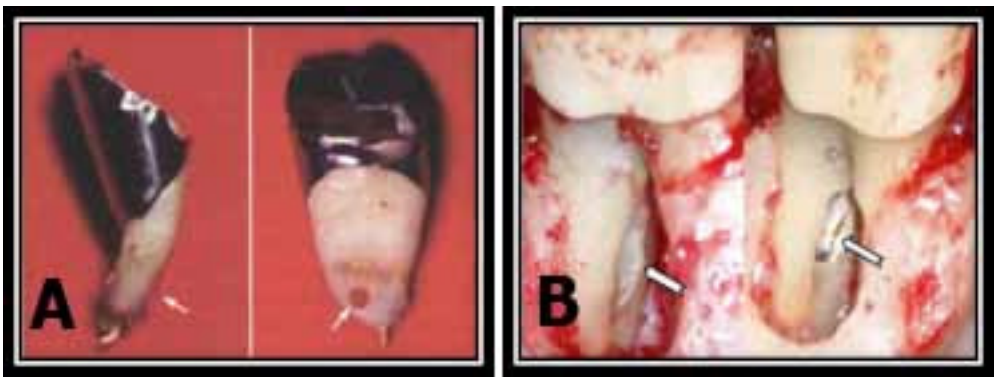
2.1.1. Kökün uzunluk ve genişliği

Diş kavsindeki her diş, kök eğimi, mezio-distal (M-D) ve bukko-lingual (B-L) genişlik gibi morfolojik karakteristik özellikler gösterir ve bu nedenle kök morfolojisi post seçimini etkilemektedir (137). Kökün uzunluğu ve genişliği kullanılacak olan postun uzunluğunun ve çapının belirlenmesinde önem taşımaktadır (30, 53).

Postun uzunluğu arttıkça, retansiyon artar ve stres dağılımı daha iyi olur (53). Ancak her zaman, özellikle de kök kısa veya kıvrık ise uzun bir postun kullanılması mümkün olmayabilir. Bir çok çalışma apikalde 3-5mm gütaperka tıkacının bırakılması gerektiğini göstermektedir (30, 121). Özellikle kısa köklü dişlerde azalan post uzunluğunu kompanse etmek için kompozit reçine simanların kullanılması

önerilmektedir (137). Kısa köklü büyük azı dişlerinde fonksiyonel gereksinimler artmış ise, birden fazla post yerleştirilmesi, reçine simanların kullanılması, aktif veya paralel post kullanımı ile ilave retansiyon kazanılabileceği belirtilmektedir (49, 91, 137). Kısa köklü molar dişler için birden fazla posttun kullanılması core yapısı için ilave retansiyon sağlayacaktır (53, 137).

Postun çapının belirlenirken kökün çapı göz önünde bulundurulmalıdır. Post boşluğunun hatalı hazırlanması ve geniş çaplı postların kullanımı apikal veya lateral perforasyon riski taşıdığından (Şekil 2.2), kökün boyutu ve uzunluğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bazı araştırmacılar, özellikle üst yan ve alt kesiciler gibi küçük ve konik kökleri olan dişlerde ince ve konik köklerin, prefabrike bir postun uygulanabilmesi amacıyla hazırlandığında, yapısal olarak zayıflayabileceğini bildirmektedirler. Bu gibi durumlarda, konik postların yerleştirilmesinin, postun apikal bölgesindeki dentinin aşırı miktarda kaldırılmasını gerektirmediği için bu bölgedeki dentinin korunmasına yardım edeceği ileri sürülmektedir (71). Kök anatomisinin radyografik olarak değerlendirilmesi ile kök ün boyu, çapı, anatomik varyasyonlar, kanal yapısı ve çevreleyen sert doku yapısı gözlenebilir ve kök perforasyonu riski azaltılabilir (53).



Şekil 2-2: A. Apikal kök perforasyonu-(167)'den , B. Lateral kök perforasyonu

2.1.2. Kök kanalının formu ve kesiti

Kök kanallarının anatomisi ile ilgili olarak yapılmış bir çok çalışmada oval kök kanalı formundan bahsedilmektedir. Oval kök kanal formu, kök kanallarının tam olarak şekillendirilememesi ve temizlenememesi nedeniyle endodontik başarısızlığın en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (36).

Oval kanallarda, şekillendirilmemiş alanların kalma riski yüksektir (205, 211) ve endodontik aletlerin dairesel kesiti oval kanalların yeterince şekillendirilip temizlenmesine imkan vermemektedir (36). Çünkü nikel-titanyum (NiTi) enstrümanlar, kendi eksenleri etrafında dönerek, dairesel bir boşluk meydana getirmekte ve yalnızca kanal içinde çalıştıkları bölgede smear tabakası oluşturmaktadırlar. Şekillendirilmeyen alanlarda pulpa artıkları ve enfekte dentin dokusu bozulmadan kalmaktadır (36).

Oval kesitli kanalın temizlenmesi ve şekillendirilmesi zor olduğundan, bu durum kök kanal boşluğunun doldurulmasında da zorluklara yol açabilmektedir (43, 46, 207, 212). Düzensiz forma sahip kanallarda endodontik aletlerin mekanik etkisi dışında, kalan alanların lateral kondansasyon tekniği kullanıldığında sıklıkla doldurulamadan kaldığı bildirilmektedir (47, 210).

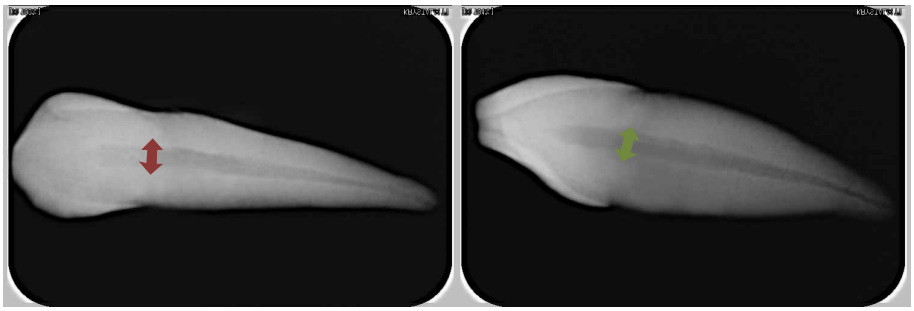
De-Deus ve ark (47), oval forma sahip kök kanallarının boşluksuz olarak doldurulabilmesinin mümkün olmadığını bildirmişlerdir. Kersten ve ark. (96), hem lateral kondansasyon hem de sıcak vertikal kondansasyon tekniklerinin endodontik tedavide yaygın olarak kullanıldığını, ancak kök kanal formunun, başarılı bir kök kanal dolgusu için çok önemli bir değişken olduğunu bildirmişlerdir.

Kullanılacak olan postun seçimi öncesinde kök kanalının kesitinin değerlendirilmesi endodontik tedavili dişlerin postlarla restoasyonunda önemli bir kriterdir. Prefabrike postlar sıklıkla dairesel kesitlere sahip iken, kök kanallarının önemli bir çoğunluğu oval form özellikleri göstermektedir (167) (şekil 2.3, 2.4, 2.5, 2.6).

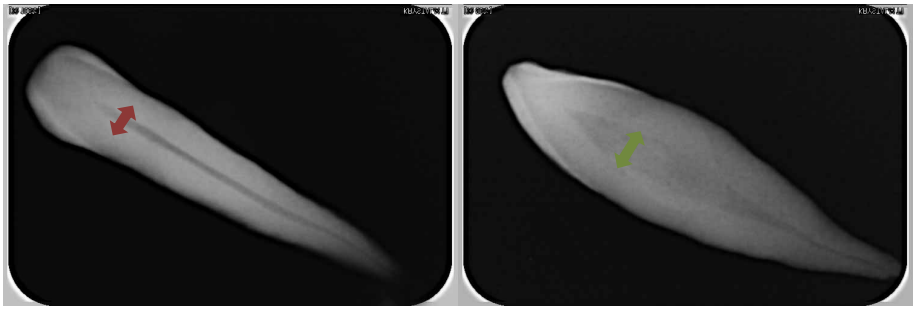
Seçilen post, kanalın şekline ve formuna ne kadar iyi uyum gösteriyorsa o derecede başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Çünkü daha az dentin kaldırılmasını gerektirmekte ve bunun sonucunda dişin kırılma dayanımı ve postun retansiyonu artmaktadır (185).

DAİRESEL	OVAL	
	BUKKOLİNGUAL	MEZİODİSTAL
Maksiller santral kesici	Maksiller lateral kesici	
	Maksiller kanin	
	Mandibular kesiciler	
	Mandibular kanin	
Maksiller 1. premolar (iki köklü)	Maksiller 1. premolar (tek köklü)	
	Mandibular 1. premolar	
Mandibular 2. premolar	Maksiller 2. premolar	
Maksiller molarlar (distobukkal kök)	Maksiller molarlar (meziobukkal kök)	Maksiller molarlar (palatinal kök)
	Mandibular molarlar (mezial ve distal kökler)	

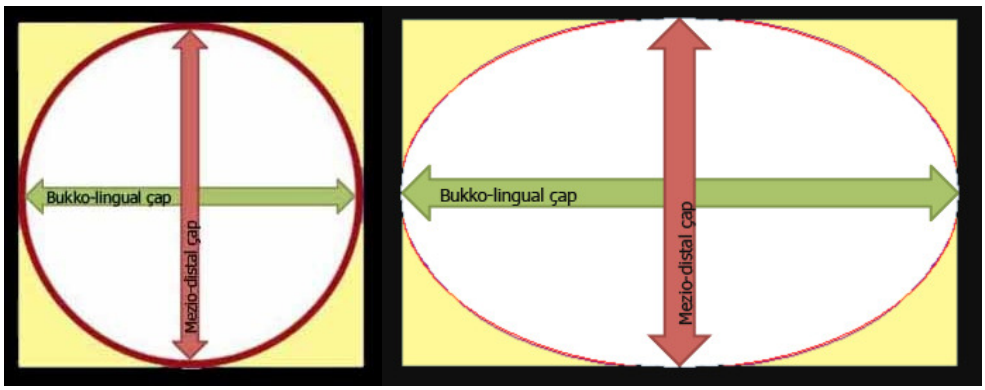
Şekil 2-3: Kök kanallarının form özellikleri-(167)'den



Şekil 2-4 Dairesel kök kanal kesitine sahip kanin dişinin radyografik görüntüsü



Şekil 2-5: Oval kök kanal kesitine sahip kanin dişinin radyografik görüntüsü



Şekil 2-6: Dairesel ve oval kök kanal kesitinin şematik görünümü

2.1.3. Endodontik tedavi sonrası dişlerde meydana gelen değişimler

Endodontik tedavili dişlerin zayıflamış veya kırılganlığının artmış olduğu düşüncesi çürük, travma, endodontik giriş kavitelerinin hazırlanması, endodontik şekillendirme, ve endodontik tedavi sonrasında dişlerin değişen özellikleri ile ilişkilendirilmektedir (175). Literatürde endodontik tedavinin dişleri zayıflattığı ve kırılganlığını arttırdığı yönünde çeşitli çalışmalar mevcuttur (89, 160, 166, 175). Rosen (166), endodontik tedavi görmüş dişlerde dentinin su ve elastikiyet kaybettiğini belirtmiş, Johnson ve ark. (89) ise dentinin elastikiyetindeki azalmanın endodontik tedaviyi takiben zaman içinde ortaya çıktığını bildirmiştir. Buna alternatif olarak, dişlerin zayıflamasındaki asıl nedenin restoratif uygulamalarla birlikte diş dokusu kaybı olduğu, endodontik uygulamaların dişlerin dayanıklılığını %5 oranında azalttığı, oklüzal kavite preparasyonunun %20, MOD kavite preparasyonunun ise %65 zayıflamaya neden olduğu öne sürülmüştür (163). Endodontik tedavili dişlerin kırılganlığı nem içeriğindeki azalmaya da bağlanmış, Helfer ve ark. (82) pulpası çıkarılmış dişlerde %9 daha düşük nem içeriği saptadıklarını bildirmişlerdir. Buna karşın endodontik tedavili dişlerin fiziksel özelliklerini vital dişler ile karşılaştıran çalışmalar da mevcuttur.

Stanford ve ark. (187), vital ve endodontik tedavili dişlerde dentinin elastiklik modülü, orantılı limit ve dayanıklılığında fark olmadığını saptamışlardır. Endodontik tedavili dişlerin basma ve çekme dayanımlarının da vital dişlerden farklı olmadığı belirtilmiştir (175). Lewinstein ve Grajower (105), vital ve endodontik tedavili dişlerde dentinin Vickers mikrosertlik değerinde fark olmadığını saptamıştır. Bunun yanı sıra

yakın zamanda yapılan bir çalışma dentinin kollajen yapısındaki çapraz bağlarda bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur (175).

Pulpanın çıkarılmasının, dentinin beslenememesine ve buna bağlı olarak dentinin biyomekanik özelliklerinde ilerleyen değişimlere neden olmadığını da ileri süren araştırmacılar mevcuttur (175). Endodontik tedavili dişlerin biyomekanik özellikleri ile simetrik vital dişlerin biyomekanik özellikleri arasındaki benzerlik, endodontik tedavili dişlerin kaybedilmesinde başka faktörlerin de etkili olabileceğini düşündürmektedir. Endodontik tedavili dişlerin dayanıklılığındaki azalmanın çürük, travma, restoratif ve endodontik uygulamalar sonucu ileri derecede madde kaybı meydana gelmesine (175, 30), proprioseptif duyu kaybı ve ağrı eşiğindeki artış (175) varlığında koruyucu yanıt oluşamaması nedeniyle daha büyük kuvvetlerin etkisi altında kalmalarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

2.1.4. Kalan kuronal diş dokusu miktarı

Endodontik tedavi uygulamaları, endodontik aletlerin kök kanal boşluğuna direkt erişimini sağlayan bir giriş kavitesi açılmasını gerektirmektedir. Bu durum, kök kanalı sisteminin etkin biçimde temizlenmesi ve şekillendirilmesi için daha fazla sağlam kuronal ve radiküler dentin dokusunun kaldırılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, çürüklerin temizlenmesi ve endodontik tedavinin tamamlanmasını takiben geride kalan doğal diş dokusu miktarı değerlendirilerek, core yapısının retansiyonunu sağlamak ve restorasyona destek olmak için post uygulamasının gerekli olup olmadığına karar verilmelidir (30).

Kuronal diş dokusunun yarısından fazlası sağlam olan endodontik tedavili dişlerde, post-core uygulaması sıklıkla gerekli değildir (32). Eğer dişin kuronal kısmının yarısı veya daha fazlası madde kaybına uğramış ise, restorasyona direnç sağlamak için post uygulaması gerektiği bildirilmektedir (181, 97, 32).

2.1.4.1. Kalan diş dokusu miktarının sağladığı destek

Estetik ve fonksiyonel gereksinimler nedeniyle bir dişin kuron protezi ile restore edilmesi gerekiyorsa, post yerleştirilmesi kararı, kuron protezi için diş preparasyonu tamamlandıktan sonra geride kalan diş dokusunun miktarı ve restore edilecek dişin fonksiyonel gereksinimleri dikkate alınarak belirlenir (16). Dişler fonksiyonel kuvvetlerin etkisi sonucunda baskı, çekme ve makaslama streslerine maruz kalmaktadır.

Bu stresler arasında makaslama kuvvetleri restore edilmiş diş üzerinde yıkıcı etkisi en fazla olanıdır (167). Anterior dişler daha çok makaslama kuvvetlerinin etkisi altındadır. Bu nedenle endodontik tedavi görmüş anterior dişler, posterior dişlerden daha sık olarak postlarla restore edilirler (49).

Ancak, oklüzyonda sıkı temaslar mevcut ise, dişin protez dayanağı olması planlanıyor ise veya kalan diş dokusunda gözle görülebilir çatlaklar mevcut ise post-core uygulaması yapılmalıdır. Özellikle geniş boşlukların olduğu sabit protez dayanağı olan dişler ve hareketli protezlerde distal dayanak olan dişler büyük horizontal kuvvetlere maruz kalmaktadır. Benzer olarak yoğun oklüzal ve lateral temaslar, bruksizm gibi parafonksiyonların mevcut olduğu durumlarda da yükleri karşılayabilmek için ekstra dayanım ve dirence ihtiyaç vardır. Bu durumlardan herhangi birinin varlığında, diş hekimi post-core uygulamasını düşünmelidir (32, 35, 192).

Büyük azı dişleri genellikle dikey, küçük azılar ise hem dikey hem de makaslama kuvvetlerine maruz kalırlar. Üst küçük azılarda, klinik kuron boyunun uzun, diş fazla miktarda lateral strese maruz kalması ve parsiyel protez dayanağı olması durumunda post uygulaması gerekli olabilir (49). Ancak kuronal diş yapısının büyük bir kısmı kaybedilmedikçe, endodontik tedavi görmüş büyük azı dişlerinde postlara nadiren gereksinim olur (165). Kuronal diş yapısındaki madde kaybı ileri derecede olmadıkça, pulpa odası ve kök kanal girişleri bir core için yeterli retansiyonu sağlayabilir (49).

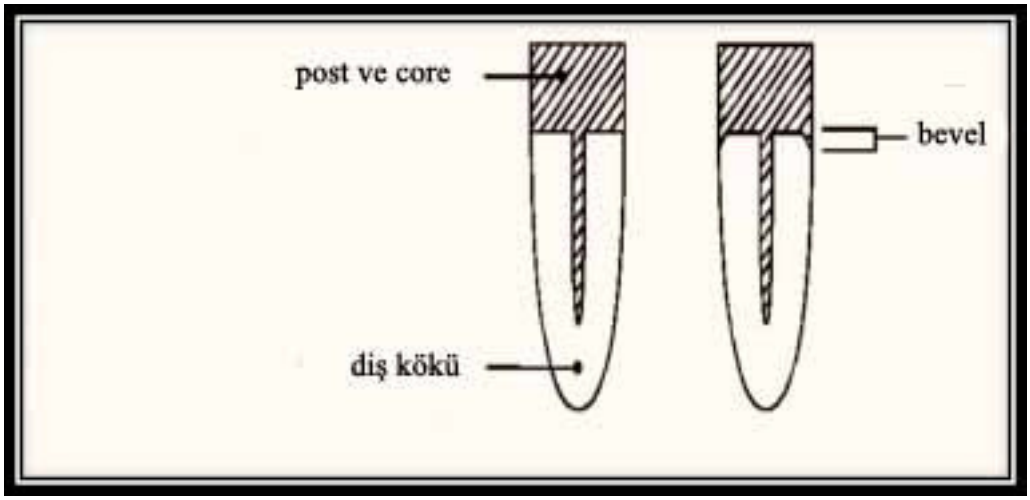
Aşırı rotasyonel kuvvetlerin etkisi altında kalan post ve core restorasyonları için en önemli antirotasyonal unsurun, core ve kalan diş dokusu etrafında çepeçevre ferrule etkisi oluşturulması olduğu bildirilmektedir (32). Rezistans formu elde etmek için restorasyonun kole bitim sınırı üzerinde 1,5-2 mm sağlıklı diş dokusu olması gerektiği bildirilmektedir (53). Postlar ile restore edilen dişlerde, kalan sağlam kuronal diş maddesi miktarı arttıkça, dişin kırılma dayanımı ve klinik başarı da artmaktadır (141, 144). Ancak travma sonrası veya çürük diş dokusunun temizlenmesini takip eden bazı vakalarda kalan kuronal dentin dokusu yeterli olmayabilir. Bu gibi durumlarda, dişin ortodontik ekstrüzyonu, kuron boyunun cerrahi veya periodontal olarak uzatılması tedavi alternatifi olarak değerlendirilmelidir (32).

2.1.4.2. Kalan diş dokusu miktarının şekillendirilmesi

Endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda kalan diş dokusunun sağladığı destek açısından temel ve önemli kavramlardan biri de 'ferrule etkisi'dir (30).

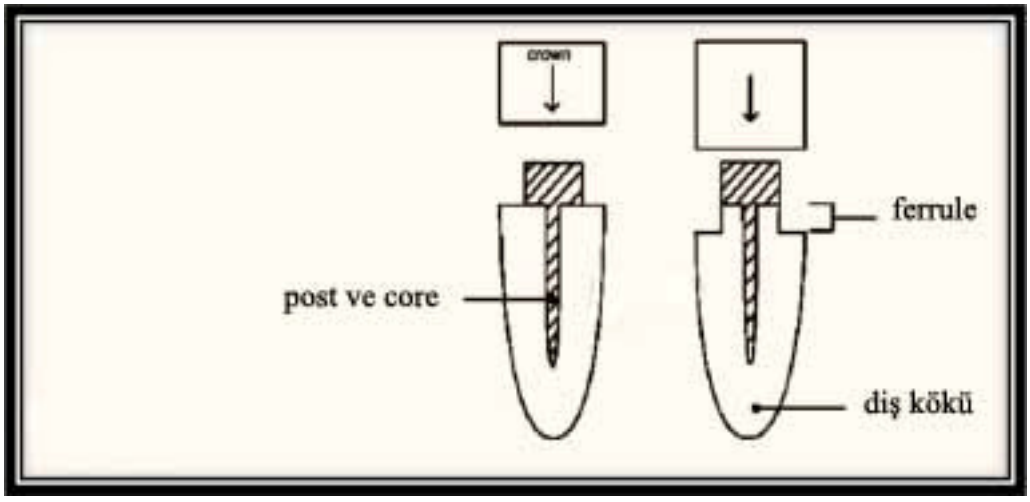
Ferrule, güçlendirme amacıyla kullanılan metal halka veya başlığa verilen isimdir ve latince demir (ferrum) ve bilezik (viriola) kelimelerinin birleşiminden meydana gelmektedir. Diş hekimliğinde ferrule ise, dişin kuronal yüzeyini çevreleyen döküm metal bant olarak bilinmektedir. Core yapısında veya kuronun bir parçası olarak ferrule kullanılmasının kanal tedavili dişlerin güçlendirilmesinde faydalı olacağı belirtilmiştir. Bu sayede, postun yerleştirilmesi esnasında meydana gelen lateral kuvvetlere, fonksiyonel kaldıraç kuvvetlerine ve konik postların oluşturduğu kama etkisine karşı koruyucu bir 'ferrule etkisi' elde edileceği bildirilmiştir (186).

Başlangıçta kuron restorasyonu yapılmadan, servikal bandın core yapısında oluşturulduğu çalışmalar (Şekil 2.7), farklı bukkal dentin kalınlıkları ve farklı bevel hazırlıkları ile gerçekleştirilmekteydi. Bu çalışmaların sonucunda, core yapısında oluşturulan metal bandın, ferrule etkisi oluşturmadığı, bunun yanı sıra, dişeti bitim sınırları gibi metalin görünme olasılığının olduğu durumlarda, estetik olarak da kabul edilebilir olmadığı bildirilmiştir. Servikal bandın etkinliğinin arttırılması amacıyla bevel ile oluşturulan ferrule tasarımlarının, kenar bitim sınırındaki yetersiz metal kalınlığına bağlı olarak, posttaki döküm genleşmesinden daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle ilerleyen yıllarda araştırmacılar farklı ferrule tasarımları üzerinde çalışmalar yürütmüşlerdir (188).



Şekil 2-7: Core yapısında oluşturulan servikal bandın şematik görünümü–(188)'den

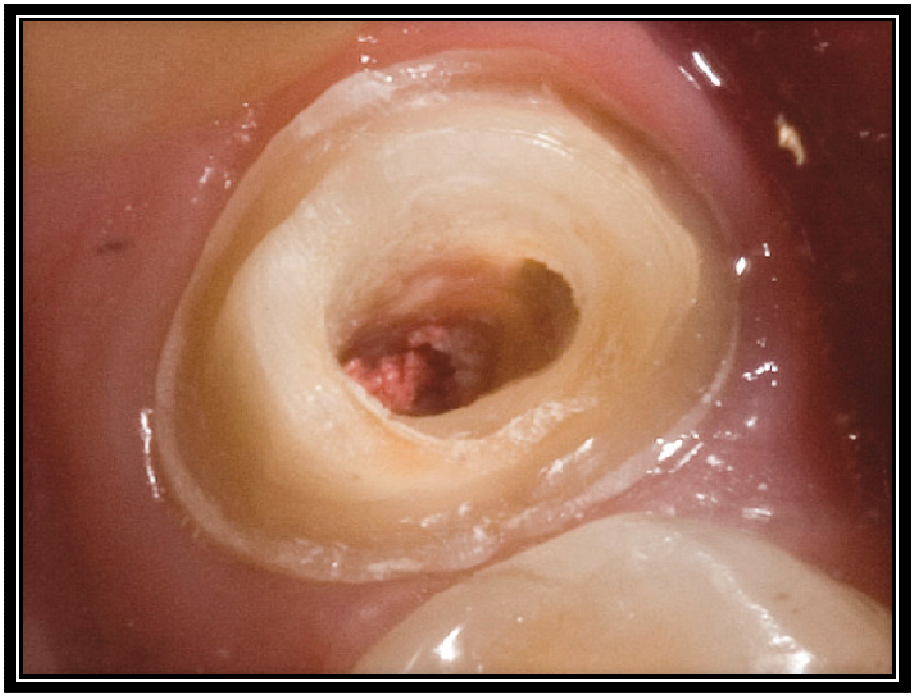
Sorensen ve Engelman (186), kuron restorasyonu ile birlikte gerçekleştirilen çalışmalarında, restorasyonun bitim sınırında oluşturulan basamak, basamak ile birlikte bevel ve bitim sınırından itibaren kuronal dentin uzantısının etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, ferrule etkisi oluşturan ve böylelikle kırılma dayanımını arttıran asıl unsurun, basamağın üzerinde, kuronale uzanan dentin dokusu olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 2.8). Sorensen ve Engelman (186), bu çalışmanın sonucuna dayanarak mümkün olduğunca kuronal diş dokusunun korunması gerektiğini belirtmişlerdir. Ferrule etkisini de, preparasyona ait basamaktan kuronale doğru uzanan dentin dokusunun paralel duvarlarını 360º saran, kurona ait metal bant olarak tanımlamışlardır. Ferrule yüksekliği terimi ise kuron protezi için diş hazırlığı tamamlandıktan sonra, dişeti üzerinde kalan, kuron protezinin saracağı dikey diş dokusu miktarını ifade etmektedir.



Şekil 2-8: Ferrule hazırlığının şematik görünümü-(188)'den

Sorensen ve Engelman (186) ile Libman ve Nicholls (107) yaptıkları çalışmalarda, ferrule uzunluğu ve pozisyonunun önemli bir etken olduğu sonucuna varmışlardır. Bir dişin restore edilebilirliği değerlendirilirken, geriye kalan supragingival doku miktarı göz önünde bulundurulmalıdır. Eissman ve Radka (50), ferrule etkisinin kök kırıklarını önlemedeki önemini açıklamış ve en az 2.0 mm ferrule yüksekliğinin gerekli olduğundan bahsetmiştir. McLean (123), minimum 2.0 mm ferrule uzunluğunun kompleks ağız ortamında diş hazırlığına bağlı zorlukları kompanse etmek için gerekli olduğunu belirtmiştir.

Libman ve Nicholls farklı ferrule yüksekliklerinin etkisini inceledikleri bir çalışmada (107), üst santral kesici dişlerde, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 mm olmak üzere farklı ferrule uzunluklarının etkisini incelemiş ve bu çalışmanın sonucunda, 1.5 ve 2.0 mm ferrule uzunluklarının diğer gruplardan anlamlı derecede daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Libman ve Nicholls (107), endodontik tedavili üst santral dişlerin restorasyonunda, preparasyonun kenar bitim sınırından itibaren kuronale uzanan 1.5 mm ferrule uzunluğunun (Şekil 2.9), ferrule etkisi oluşturabilmek için gerekli olan minimum değer olduğunu bildirmişlerdir. Bu değerin altında ise, kök kırığı direncinde belirgin azalma gözlenmektedir (188).



Şekil 2-9: Post-core uygulaması öncesinde yapılan ferrule hazırlığı görüntüsü-(90)'den

Biyolojik aralık, ferrule oluşturulmasında belirleyici bir unsurdur. Biyolojik aralık alveolar kretin üzerinde kalan kök yüzeyinde, bağlantı epiteli ve bağ dokusu ataşmanı tarafından oluşturulan dikey yöndeki mesafeye verilen addır. Kemik kaybı ve enflamasyondan kaçınmak için, preparasyon sınırı, alveolar kretten minimum 2 mm uzakta yer almalıdır. Hatta en az 3.0 mm mesafe, protetik restorasyonun bitim sınırının histolojik sulkus içerisinde yer almaması ve periodontal kuronal ataşmana zarar vermemek adına önerilmektedir. Bu durumda, ferrule etkisi oluşturabilmek için, en az 4.5 mm supra-alveolar diş dokusuna ihtiyaç duyulmaktadır(66).

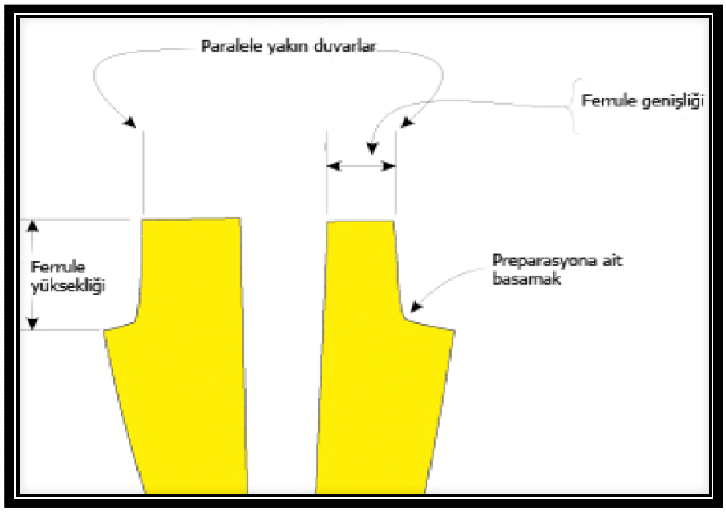
Kuronun kenar bitim sınırının subgingival yerleşim gösterdiği ve buna rağmen ferrule uzunluğunun klinik olarak yetersiz olduğu durumlarda, kuron boyunun cerrahi olarak uzatılması ve ortodontik ekstrüzyon düşünülmelidir. Bu uygulama ile, kuronun bitim sınırı ile alveol kreti arasındaki mesafenin artması sonucunda ferrule uzunuluğu arttırılabilmektedir. Ancak ferrule uzunluğunu arttırmaya yönelik bu yöntemler sonucunda, kökün alveol kreti içerisindeki boyu azalacak, diş dokusu kaybında artış gözlenecek ve istenmeyen kuron/kök oranı ile sonuçlanabilecektir (188).

Gegauff (69), kuron boyu uzatma işlemini takiben, bitim sınırının daha apikalde konumlanmasının, preparasyonun kesitinde daralmaya neden olduğunu ve bu durumun istenmeyen kuron/kök oranı ile birleşmesinin ise, diş dokusunun zayıflaması ile sonuçlanabileceğini belirtmiştir. Ortodontik ekstrüzyonun, kuron/kök oranında daha az değişime neden olması sebebiyle, bu tür durumlarda, kuron boyu uzatmadan daha çok tercih edilmesi gereken bir yöntem olduğunu savunmuştur. Elde edilen ferrule uzunluğu ile geride kalan kök boyu arasında bir denge olmalıdır. Tüm bu faktörler endodontik tedavi öncesinde göz önünde bulundurulmalıdır.

İn vitro çalışmalar, kuron protezinin basamaktan kuronale uzanan dentin duvarlarını sarması ile ferrule etkisinin ortaya çıkığını ve dentin duvarının en az 1.5 mm yükseklikte olduğu durumlarda, bu ferrule etkisinin tek köklü dişlerde kök kırıklarına direnci anlamlı derecede arttırdığını göstermiştir (188). Farklı araştırmacılar 1,5-2 mm ferrule oluşturulmasının kök-post-core sisteminin dayanıklılığı adına istenen bir durum olduğu bildirilmektedir (188, 73).

Al-Hazaimeh ve Gutteridge (9) yeterli ferrule uzunluğunun kolaylıkla elde edilemediği bu tür durumlarda, reçine simanlar yardımı ile simante edilen direk post uygulamalarını takiben reçine core oluşturulmasını, alternatif bir tedavi seçeneği olarak önermektedirler.

Sorensen ve Engelman (186), farklı ferrule tasarımlarını karşılaştırmışlar ve ferrule'ün yanlızca duvarlar paralele yakın olduğunda işe yaradığı sonucuna varmışlardır. Bu çalışmanın sonucuna dayanarak, ferrule etkisi oluşturacak kuronal dentin duvarlarının preparasyon özelliklerinin, ferrule yüksekliği kadar önemli olduğu söylenebilmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2-10: Ferrule hazırlığına ait özelliklerin şematik görünümü-(123)'den

Ferrule etkinliğini değerlendiren in vitro çalışmalar, sıklıkla kuron restorasyonu olsun ya da olmasın, tek köklü dişler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle çok köklü dişlerde ferrule etkisinin önemi ile ilgili çalışma sonuçları yetersizdir (188).

Post-core destekli restorasyonlarda en sık karşılaşılan başarısızlık türlerinden biri kök kırıklarının meydana gelmesidir. Ferrule yüksekliği ve ferrule'ü oluşturan duvarların paralelliğinin kök kırıklarını engellemede en önemli faktörlerden biri olduğu araştırmacılar tarafından gösterilmiştir (188,73, 6).

2.2. Post uygulamasında posta ait değişkenler

2.2.1. Uzunluk

Postun tutuculuğu, dikey yöndeki yer değiştirici kuvvetlere direnç gösterebilme yeteneğidir. Retansiyon kaybı, post-core restorasyonlarında sık karşılaşılan ve restorasyonun ömrünü etkileyen önemli bir problemdir (17, 126, 199). Kanalın içindeki postun uzunluğu arttıkça, postun retansiyonu artar. Ancak postun uzunluğunun artması aynı zamanda kök kırığı ve kök perforasyonu riskini de arttırmaktadır (30, 55). Postun boyunun yeterince uzun olması, kırığa karşı direnç sağladığı gibi, post retansiyonunda da artışa neden olur (49). Postun uzunluğunun artması ve çapının minimumda tutulması makaslama gerilimlerinin azalmasına ve dişin korunmasına yardımcı olacaktır. Bu sayede dişin kırılmaya yatkınlığı azalacaktır (53). Uzun postlar ile yapılan restorasyonlarda stres dağılımı daha iyi olmaktadır (128).

Retansiyon için yeterli post uzunluğu sağlanmalı, bu esnada geride kalan gütaperka miktarı da yeterli (4-5 mm) olmalıdır (49, 104). Genel olarak apikal tıkacı korumak için, 3–6 mm gütaperkanın apikalde bırakılmasının gerektiği kabul edilmektedir (30).

Post uzunluğu belirlenirken göz önünde bulundurulacak kriterler şunlardır (30):

- Postun uzunluğu klinik kuronun uzunluğuna eşit olmalıdır
- Postun uzunluğu kökün uzunluğunun 1/2'si ile 2/3'ü kadar olmalıdır
- Post kökün kemikle çevrelenmiş bölümümün 1/2'sine kadar uzanmalıdır

İdeal post uzunluğunun kökün 2/3'ü kadar olması gerektiği ancak bunun gerçekleştirilemediği durumlarda, post uzunluğunun kuronun insizo-servikal veya oklüzo-servikal boyuna eşit olması gerektiği bildirilmektedir (190, 87).

Neagley (134)'e göre bir post için minimum 8 mm'lik uzunluğa ihtiyaç vardır. Fuss ve ark. (67) tarafından yapılan bir çalışmada, dikey kök kırığı görülen postlu dişlerin 2/3'ünün, postların kökün 1/3 kole bölgesinde sonlanacak şekilde aşırı derecede kısa olduğu sonucuna varmışlardır.

Pontius ve Hutter (154), fiber postların kök kanalına bağlanması ile retansiyonun arttırılması sayesinde daha kısa postların kullanılabileceğini bildirmişlerdir. İn-vitro bir çalışmanın sonucunda, kompozit reçine simanların yetersiz post uzunluğunu kompanse edebileceği bildirilmiştir (137).

2.2.2. Çap

Diş dokusunun korunması, perforasyon riskinin azaltılması ve kök kırığı direncinin arttırılması postun çapını belirlerken göz önünde bulundurulması gereken kriterlerdir (5, 53).

Çeşitli araştırmacılar postun çapı ile ilgili farklı yaklaşımlar öne sürmektedir. Pilo ve Tamse (151), kanal hazırlığının minimumda tutulması ve mümkün olduğunca fazla dentin doksunun korunması gerektiğini savunmaktadırlar. Bazı araştırmacılar postun çapının, kökün en dar yerindeki çapının 1/3 ünü geçmemesi gerektiğini belirtirken, bir grup araştımacı ise, postun en az 1mm sağlıklı dentin dokusu ile çevrelenmesi gerektiğini savunmuşlardır (53).

Geniş çaplı postlar ile restore edilmiş dişlerde kalan dentin dokusunun genişliğindeki azalmaya bağlı olarak kökün kırılma dayanımının da azaldığı bildirilmektedir (53). Postun çapındaki artışın retansiyon üzerinde önemli bir etkisi olmadığı gösterilmiştir Diğer yandan postun çapında meydana gelen artış, kök kırığı riskini arttırmaktadır. (53, 29, 30).

2.2.3. Elastiklik modülü

Bir objenin belirli bir stres altında boyutsal değişime direnç gösterebilme yeteneği, o objenin elastiklik modülü ile ilgilidir. Elastiklik modülü (E), materyalde belirli bir deformasyon oluşturmak için gereken kuvvetin miktarını ifade eder. Materyalin bükülmeye veya şekil değiştirmeye direnme yeteneğinin iyi bir belirleyicisidir. Dentinin elastiklik modülü 20 GPa, minenin elastiklik modülü ise 80 GPa civarında olduğu bildirilmektedir (41, 68, 103, 141, 143).

Kinney ve ark (98) tarafından yapılan bir çalışmada, 1950-2003 yılları arasında dentinin elastiklik modülü ile ilgili belirtilen tüm değerler incelenmiş ve ortalama değerin 13.3 ± 4 GPa olduğu, ve bu değerlerin 10-30 GPa arasında değiştiği görülmüştür. Deninin elastiklik mödülündeki bu değişim ise, dentin tübülleri, peritübüler ve intertübüler dentin içeriğindeki yapısal farklılıklara bağlanmıştır. Bu içerik dişten dişe değişiklik göstermektedir. Üstelik, dentin tübüllerinin boyutu, yoğunluğu ve yönlenmesi, doku içerisindeki yerleşimine bağlı olarak da farklılık göstermekte ve incelenen alana bağlı olarak da mekanik özelliklerin değişmesine neden olmaktadır.

Dentine ait özelliklerin tam olarak anlaşılması, birçok restoratif dental işlemin etkilerinin ve diş ile restorasyonun başarılı bir bütün oluşturması için gereken prensiplerin anlaşılması adına çok önemlidir (153).

Post-core sistemleri farklı rijiditelere sahip komponentler içermektedir. Daha rijit komponent distorsiyona uğramadan kuvvetlere direnç gösterebildiğinden, mekanik stres daha az rijit olan komponente iletilmektedir. Bu nedenle dentin ve post materyalinin elastiklik modülleri arasındaki farklılığın köke iletilen stresin miktarı ile direk ilişkili olduğu düşünülmektedir. Rijit metal postlar distorsiyona

uğramadıklarından, lateral kuvvetleri karşılayıp daha az rijit dentine transfer ederek, kök kırığına neden olacak bir potansiyel gösterebilmektedirler (18, 53, 99, 141, 165).

Araştırmacıları metal postlara alternatif aramaya yönelten önemli nedenlerden biri, bu tür restorasyonlarda görülen başarısızlıkların en önemlisi olan dikey kök kırıklarının önlenmesidir. Metal prefabrike postların rijit olması, kıymetsiz metal alaşımlarından hazırlanan döküm post-core restorasyonların formu ve rijiditesi nedeniyle kök kırıkğı riski oluşturduğu belirtilmektedir (53, 70, 79, 153). Sonlu elemanlar stres analizi yöntemi ile stres dağılımının incelendiği çalışmalarda, elastiklik modülü yüksek (100 GPa kadar) postların kullanımının, kök kanal duvarlarında stes konsantrasyonunun arttıracağı ve buna bağlı olarak kökte kırık oluşma riskinin de artacağı bildirilmiştir (136, 143,150, 196).

Son zamanlarda, diş hekimlerin tercihi rijit materyallerden, dentine yakın elastiklik modülüne ve estetik özelliklere sahip materyallere doğru değişmiştir (99, 165). Optimum sonuçlar elde etmek için, post materyali dentine benzer fiziksel özellikler göstermeli (53) ve yalnızca belli miktarda stresin geride kalan diş dokusuna iletilmesini sağlamalı, şok absorbe edici özellik taşımalıdır (62). Elastiklik modülü yaklaşık 50 GPa civarında olan fiber postların, kökte daha uniform stres iletimi sağladığı ve böylece özellikle de uzun dönem mekanik yükleme neticesinde, kalan diş dokusunda kırık meydana gelme riskini azalttığı belirtilmiştir (5, 86, 136, 154). Fiber ile güçlendirilmiş postların elastiklik modülü dentinin elastiklik modülüne yakın olduğundan, doğal dişlere benzer stres dağılımı meydana getirmektedirler. Bu sayede kök kırığı riski de azalmaktadır (68, 103, 143).

Plotino ve ark (153), farklı endodontik postların bükülme direncini dentinin bükülme direnci ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, örneklerin kuvvet altında gösterdikleri performans farkının, metalin elastiklik modülünden çok, döküm postların konik formu nedeniyle ortaya çıkan kama etkisinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Dentinin elastiklik özellikleri, çekme veya basma dayanımının ölçülmesi ile belirlenmektedir. Mevcut çalışmada kök kanalı postları ve dentin için aynı deney metodu kullanılmış ve fiber ile güçlendirilmiş kompozit postların dentine daha yakın elastiklik modülü değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Bir posta ait elastiklik modülü kullanılan materyalin türüne bağlı olarak geniş bir farklılık göstermektedir. Titanyumun elastiklik modülü 190 Gpa iken, döküm altın

alaşımının elastiklik modülü 90 Gpa, cam fiberlerin elastiklik modülü 20-40 Gpa, kuartz fiberlerin elastiklik modülü ise 18-47 Gpa olarak bildirilmektedir. Kompozit materyallerin elastiklik modüllerinin ise 5-25 Gpa aralığında olduğu belirtilmektedir. (141).

Görüldüğü üzere fiber postarın elastiklik modülü dentinin elastiklik modülüne oldukça yakındır, ve bu özellik gelen kuvvetlerin kök kanal yüzeyi boyunca eşit olarak dağılmasına olanak sağlar. Fiber postların kuvvet altında esnediği ve yükün dentin ve post arasında paylaşıldığı bildirilmektedir. Dentinin elastiklik modülüne yakın değerlere sahip olan post-core sistemlerini kullanmak dişin kırılmaya karşı direncini arttıracaktır. Elastik modulüsleri dentine yakın olan post-core restorasyonlardaki kırık tipleri tamir edilebilir tipteyken daha rijit materyallerde katastrofik kırıklar görülebilir (20). Katastrofik kırıklar tamiri mümkün olmayan ve dişin kaybedilmesi ile sonuçlanan kırık tipidir.

2.2.4. Estetik özellikler

Metal postlar üstün fiziksel özellikleri nedeniyle uzun yıllardan beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, metal alt yapı içermeyen diş renginde restorasyonlar uygulanacağı zaman, metal postlar renkleri nedeni ile olumsuzluk yaratmaktadırlar. Metal postların, özellikle döküm post-core'ların gri renginin kökün servikal bölümünden yansıması sonucu, gingival dokuların görünümü değişebilmekte, daha koyu veya grimsi görünmesine neden olabilmektedir. Özellikle post-core materyali olarak kıymetsiz metal alaşımları kullanıldığında, korozyon ürünleri gingival dokularda birikebilmekte ve kökte renkleşmelere neden olabilmektedir (32, 53, 99, 212).

Prefabrike metal postlar kullanıldığında core materyali olarak kompozitler kullanılabilmekte ve metalin rengini maskelemeye yardımcı olabilmektedirler. Ancak kompozitin maskeleme yeteneği core yapısı için kullanılan kompozitin kalınlığına bağlı olmaktadır(49, 201). Metalin renginin tam olarak maskelenemediği durumlarda, opak bir altyapıya sahip olan bir tam seramik kuron protezi tercih edilmelidir (201).

Post ve core materyallerinin estetik olarak uyumlu olmaları amacıyla fiber ile güçlendirilmiş kompozit ve seramik materyallerinden estetik postlar diş hekimlerinin kullanımlarına sunulmuştur. Araştırmacılar, post-core restorasyonunun renginin

dentinin doğal rengine yakın olmasının gerekli olduğunu bildirmektedirler (63, 201). Bu amaçla üretilmiş translusent fiber ile güçlendirilmiş kompozit postlar mevcuttur. Ancak, beyaz renkli zirkonya postların ya da diğer estetik olmayan post sistemlerinin tamamlanan restorasyonun rengine olan etkisi, kuron protezinin yapıldığı materyale ve materyalin kalınlığına da bağlıdır (201).

2.2.5. Tekrarlanabilirlik

Seçilen post sistemi endodontik tedavi başarısız olduğunda ya da post kırıldığında önemli miktarda diş dokusu kaybına neden olmaksızın kanaldan uzaklaştırılabilmeli ve tekrarlanabilmelidir (106, 192). Ancak metal post sistemlerinin başarısızlık durumlarında yerinden çıkartılabilmesi oldukça zor, hatta bazı vakalarda tümüyle imkansızdır. Metal bir postun, özellikle de döküm post-core sisteminin tekrarlanabilmesi için postun etrafındaki diş dokusunun uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu işlem sonrasında da dişte ilave madde kaybı oluşmakta ve diş dokusunun daha fazla zayıflamasına neden olmaktadır (63, 106). Aynı olumsuz durum zirkonya postlar için de geçerlidir (115)

Fiber postlarda, postun kanaldan uzaklaştırılması metal ve seramik postlara kıyasla daha kolay, hızlı ve güvenilir yöntemlerle sağlanabilmektedir. Postun kanaldan uzaklaştırılması geleneksel döner aletler ve çözücüler yardımı ile geride kalan dentin dokusunun korunmasına imkan vererek ve perforasyon riskini minimuma indirerek gerçekleştirilebilir (49, 63, 115). Ayrıca bazı post sistemlerinin postun kök kanalından çıkartılabilmesi amacıyla kullanılacak özel geliştirilmiş frezleri de bulunmaktadır. Başarısızlık durumlarında, fiber postlarla restore edilmiş dişlere ait restorasyonların tekrarlanabilirliği daha yüksektir (5, 40, 49, 136).

2.3. Post sistemlerinin yapım yöntemine göre sınıflandırılması

Günümüzde, kök kanalının post ile restorasyonu için metal ve metal alaşımlarından elde edilen postlardan, seramik ve fiberle güçlendirilmiş kompozit postlara kadar çok çeşitli seçenekler mevcuttur (32). Postların yapım yöntemlerine, yapıldıkları materyale ya da tasarımlarına göre farklı sınıflandırmaları mevcuttur. Sıklıkla tercih edilen sınıflamalar ise postların yapım yöntemlerine ve yapıldıkları materyale göre sınıflandırılmasıdır.

Postlar yapım yöntemine göre vakaya özel hazırlanan postlar ve prefabrike postlar olmak üzere iki temel gruba ayrılırlar (30, 165). Birinci yapım yöntemi olan vakaya özel hazırlanan postlar, endodontik tedavi sonrasında kök kanalının mevcut formunda büyük düzenlemeler yapılmasını gerektirmeden hazırlanarak kök kanal boşluğunun formuna uyumlandırılırlar. Prefabrike postlar ise, standart post ile aynı çapta post boşluğu hazırlama frezi olan, setler halinde üretilmiş olup, kanal tedavisi sonrasında kök kanalının seçilen post tipine göre şekillendirildiği sistemlerdir.

2.3.1. Vakaya özel hazırlanan post sistemleri

Vakaya özel hazırlanan post-core sistemlerinin, kuronu destekleyen diş dokusunun az olduğu durumlarda rotasyon kuvvetlerine karşı daha iyi direnç gösterdiği bilinmektedir. Ancak bu sistemler de antirotasyonal unsurlar oluşturmak için, post boşluğunun en kuronalinde kalan bölümde oluklar ve yuvalar açılması, post boşluğunun mezial ve distalinde dentinde kanallar açılarak ilave rotasyon direnci sağlanması önerilmektedir (32). Alt çene kesici dişler gibi ufak çaplı dişlerde prefabrike postların kullanılması çoğu kez riskidir. Bu gibi vakalarda, vakaya özel hazırlanan post-core sistemleri kullanılabilmektedir. Post ile core arasında açılandırma yapılması gereken durumlarda da prefabrike postların bükülme direnci uygun olmadığından, bu post sistemleri tercih edilmektedir (127, 130).

Vakaya özel hazırlanan postların üretiminde iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilk geliştirilen yöntem döküm yöntemi, diğeri ise prefabrike blokların kopya freze ya da bilgisayar destekli üretim tekniği kullanılarak aşındırılması ile elde edilmektedir.

2.3.1.1. Döküm yöntemi ile elde edilen postlar

Döküm postlar, direk ve indirek yöntem kullanılarak, seçilen metal alaşımı ya da dökülebilir seramiklerden elde edilirler.

Direk yöntemde, post-core sisteminin maketi karbonize olabilen akrilik reçine kullanılarak, hekim tarafından hasta ağzında hazırlanır (Şekil 2.11, 2.12). İndirek yöntemde ise, hekim post-core ile restore edilecek kanalın, komşu ve karşıt dişlerin ölçüsünü alır. Laboratuvarda elde edilen model üzerinde özel mum ile post-core sisteminin modelajı teknisyen tarafından hazırlanır. Her iki yöntemde de kaybolan mum tekniği ile seçilen metal alaşımı veya seramik döküm boşluğuna gönderilerek tek parça post-core sistemi elde edilir (87, 99).

Altın alaşımından hazırlanan döküm post ve core'lar uzun yıllar boyunca endodontik tedavili dişlerde restorasyona destek olmak amacıyla kullanılmıştır. Döküm altın alaşımlarının mineye yakın elastiklik modülü (14,5 x 10^6 psi) ve termal genleşme katsayısı (15 [C^{-1}] x 10^6) olan ve normal oklüzal kuvvetlere direnç gösterebilecek baskı dayanımına sahip alaşımlar oldukları bildirilmektedir (30).

Şekil 2-11: Direk yöntem ile hasta ağzında hazırlanan post-core maketi

Şekil 2-12: Direk yöntem ile karbonize olabilen akrilik reçine kullanılarak hazırlanan post-core maketi

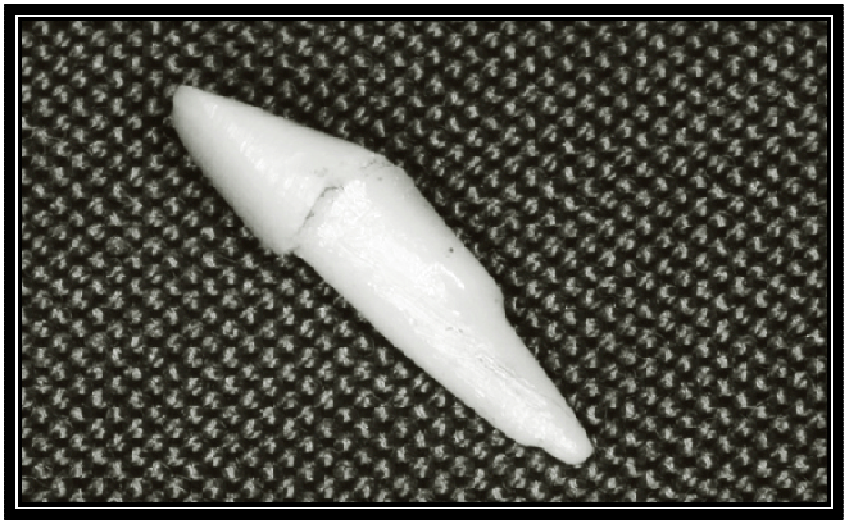
Kıymetsiz metal alaşımları da post-core materyali olarak kullanılmaktadır ancak dikey kök kırığı oluşturma risklerinin yüksek olmasının en önemli dezavantajları olduğu bildirilmektedir. Kıymetsiz metal alaşımları kullanılarak elde edilen döküm postlar zamanla ağız içerisinde korozyona uğrarlar. Korozyon ürünleri de periodontal dokularda renkleşmeye neden olarak çevre dokularda istenmeyen ışık yansımalarına sebep olmaktadır (4, 127).

Döküm post-core sistemlerinin bir diğer dezavantajı da laboratuvarda üretilmesini gerektirmesi, klinikte tek seansta restorasyonun tamamlanamamasıdır (30, 99). Tek seansta uyarlanıp yerleştirilebilen prefabrike postlar döküm postlara alternatif olabilirler (30).

2.3.1.2. Kopya-freze yöntemi ile elde edilen postlar

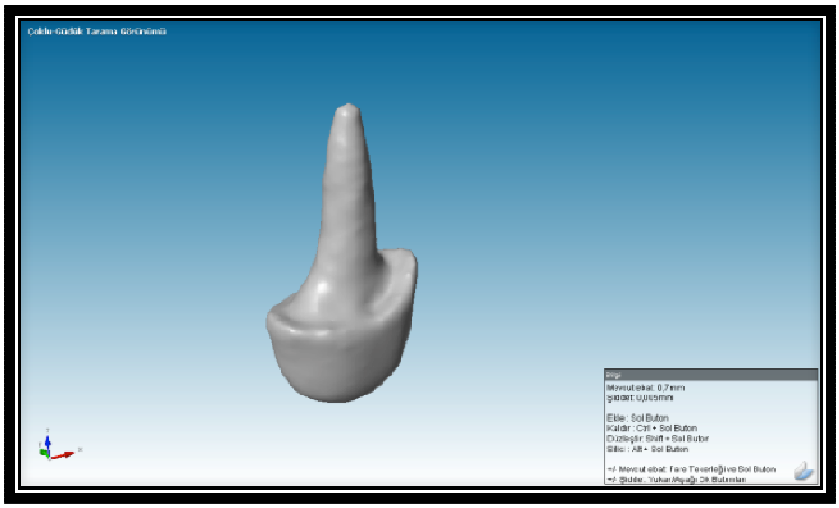
Tek parça halindeki vakaya özel post-core restorasyonu kopya-freze tekniği ile ya da bilgisayar destekli üretim tekniği ile elde edilebilmektedir. Kopya-freze yöntemiyle (Celay, Mikrona AG, Spreitenbach, İsviçre) bireysel olarak cam seramik, aluminyum oksitle güçlendirilmiş seramik ya da zirkonya seramikler kullanılarak post-core sistemlerinin hazırlanması mümkündür (Şekil 2.13) (142, 179, 180).

Post-core restorasyonunun bu teknikler ile elde edilmesinde aşamalar sırasıyla post boşluğunun hazırlanması, bireysel post-core maketin hazırlanması, laboratuvara gönderilen maketin taranarak seçilen hazır seramik bloklardan aşındırılması ile tamamlanır.



Şekil 2-13: Kopya-freze yöntemi ile hazırlanan zirkonya post-core restorasyonu-(142)'den

Bilgisayar destekli üretim tekniği giderek yaygınlaşan bir teknolojidir. Geliştirilen ilk CAD/CAM sistemi olan CEREC (CEramic REConstruction) Sistemi inley, onley ve laminate vener restorasyonların tek seansta üretilebilmesi amacıyla 1989 yılında geliştirilmiştir. İlerleyen yıllar içerisinde, çeşitli firmalar tarafından bilgisayar destekli tasarım ve üretim yapan pek çok sistem, farklı restorasyonların tasarlanıp üretilebilmesine imkan verecek şekilde geliştirilerek diş hekimleri ve diş teknisyenlerinin kullanımına sunulmuştur (Şekil 2.14). Üretici firmalar ve mevcut sistemler, teknoloji alanındaki ilerlemelere de bağlı olarak, bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemlerinde sürekli bir yenilenme ve gelişim içerisindedirler.



Şekil 2-14: Direk yöntem ile hazırlanan post-core maketinin CAD/CAM cihazında taranmış görüntüsü

2.3.2. Prefabrike post sistemleri

Günümüzde pek çok diş hekimi uygulama kolaylığı ve daha kısa zamanda tamamlanabilmesi nedeniyle prefabrike post sistemlerini tercih etmektedirler (32, 99). Prefabrike post sistemleri üretici firmalar tarafından farklı çap ve uzunluklarda hazırlanırlar. Son yıllarda çeşitli prefabrike post materyalleri geliştirilmiştir. Metal, fiber ile güçlendirilmiş reçine veya seramik esaslı olmak üzere farklı içeriklerde prefabrike post sistemleri mevcuttur. Prefabrike postlar, konik, paralel veya modifiye tasarımlarda postlar olmak üzere farklı şekillerde üretilmişlerdir. Kök kanalları ise seçilen postun şekil ve büyüklüğüne uygun özel frezler ile hazırlanmaktadır. Bu sayede de başarılı bir kök kanalı-post uyumu sağlanması amacıyla ince bir siman tabakası aralığı oluşmaktadır (30, 130, 165, 185).

Prefabrike post sistemleri kullanılarak işlemler tek seansta tamamlanabilmektedir. Aynı dişte paralel olmayan kanallarda kullanılabilmektedirler. Tutuculukları döküm postlara kıyasla daha fazladır ve döküm işlemi esnasında meydana gelebilecek hatalar oluşmamaktadır (130).

Ancak vakaya uygun seçilmeyen bir prefabrike postun kök kanalına yetersiz uyumu, kök boyunca homojen olmayan stres dağılımlarına neden olacaktır. Oval kök kanal kesitine sahip dişlerde, dairesel kesitli prefabrike postların kullanılması rotasyonel kuvvetlere karşı direnci azaltacaktır (127, 130).

2.4. Post sistemlerinin yapıldıkları materyale göre sınıflandırılması

Farklı tasarım özelliklerine sahip ve farklı materyallerden üretilmiş çok sayıda post sistemi mevcuttur. Seçim yapılırken; her vaka için gerekli biyolojik, mekanik ve estetik gereksinimleri karşılayacak post tipinin seçimi önemlidir .

Endodontik tedavili dişleri restore etmekte kullanılacak ideal post materyalinin sahip olması gereken özellikler, araştırmacılar tarafından şu şekilde sıralanmaktadır (53, 30):

- Dentine benzer fiziksel ve mekanik özellikler
- Minimum madde kaybı ile maksimum retansiyonun elde edilmesi
- Streslerin kök boyunca homojen iletimi
- Çevre dokular ve restorasyon ile estetik uyum
- Yerleştirme ve simantasyon esnasında minimum stres
- Yerinden uzaklaşmaya direnç gösterme kapasitesi
- Core için yeterli retansiyonu sağlama
- Kolay tekrarlanabilme
- Korozyon direnci
- Uygulama kolaylığı
- Düşük maliyet
- Diş dokusuna bağlanabilme
- Ağız ortamı ile biyolojik uyum
- Yeterli direnç
- Apikal tıkacı koruma
- Yeterli opasite

Post sistemleri yapıldıkları materyale göre 3 ana başlık altında toplanabilirler:

1. Metal post sistemleri
2. Seramik post sistemleri
3. Fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri

2.4.1. Metal post sistemleri

Metal ve metal alaşımından üretilen postlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Nikel-krom alaşımları, saf titanyum ve titanyum alaşımları, altın alaşımları ve diğer soy olmayan yarı kıymetli metal alaşımları prefabrike post materyalleri olarak kullanılmaktadır (30, 32, 174).

Metal postların elastiklik modülü ile dentinin elastiklik modülü arasındaki farklılığın, kök boyunca eşit olmayan kuvvet dağılımlarına neden olarak stres birikim alanları yarattığı sonucuna varan çalışmalar mevcuttur (5, 6, 171).

Metal postlar ışık geçişine izin vermemeleri nedeniyle doğal diş yapısının optik özelliklerini de olumsuz etkilemektedirler. Kıymetsiz metal alaşımlarından elde edilen postlar zamanla korozyon ürünlerinin açığa çıkması nedeni ile kole bölgelerinde gri renk oluşumuna neden olmaktadırlar (171, 53).

Kıymetsiz metal alaşımlarından hazırlanan post-core sistemlerinde nikel içeriğine bağlı olarak nikel alerjisi görülme sıklığının giderek arttığı bildirilmektedir. Nikele karşı gelişen alerjik doku yanıtı nedeniyle titanyum alaşımlarından üretilen prefabrike post sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmıştır (30, 32, 49).

Günümüzde döküm post-core sistemlerinde metal alaşımları sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak estetiğin giderek ön planda olduğu tedavi alternatiflerinde daha çok metal içermeyen post materyalleri tercih edilmektedir.

2.4.2. Seramik post sistemleri

Estetik postlar, tam seramik restorasyonlar ile birlikte kullanıldığında estetik sonuçlar verirler (99).

Estetik postlar üretilirken kullanılan seramik materyaller biyolojik olarak uyumludur, bükülme direnci ve baskı kuvvetlerine karşı kırılma dayanımları yüksektir (30, 159). Tam seramik post ve core'lar galvanik korozyon oluşturmazlar. Bu materyallerden yapılan kök kanal postları normal fonksiyonel kuvvetler karşısında yeterli direnç ve üstün estetik gibi avantajlar sunmaktadırlar (99).

Seramik materyaller rijiditeleri nedeniyle diş dokusuna stresleri iletmeye eğilimlidirler. Diş dokusu kaybının aşırı miktarda olduğu durumlarda kök kırığı riskini

arttırabildikleri için, seramik postların kullanılmasından kaçınılmalıdır. Estetik özellikleri oldukça gelişmiş olmasına rağmen, seramik postların elastik modulusları dentinden daha yüksek olduğu için gelen kuvvetleri diş dokusuna iletmekte ve kök kırığı oluşturma riski taşımaktadırlar (159).

Seramik postların bir diğer kısıtlaması ise simantasyon sonrasında kanaldan çıkarılmaları gerektiğinde işlemin zor olmasıdır. Bazı seramik post materyallerinin aşındırılarak uzaklaştırılabilir ancak bu güvenli bir uygulama değildir. Zirkonyum postu aşındırarak uzaklaştırmak ise imkansızdır (159).

Vakanın seramik post kullanılarak restore edileceği durumlarda sıklıkla, cam seramik post, alüminyum oksit esaslı post veya zirkonyum esaslı post seçeneklerinden değerlendirilerek en uygun seçim yapılmaktadır.

Cam Seramikler: Cam seramik materyalinin postlarda kullanımında 1973 yılında Grossman tarafından geliştirilen Dicor dökülebilir cam-seramik sistemi öncülük yapmıştır. Bu sistem camın kontrollü kristalizasyonuna dayanmaktadır. Dicor'un kristalin fazını oluşturan tetrasilisik flormika kristalleri, esneklik özellikleri ve tabakalı yapıları nedeniyle seramiğin kırılma dayanımını arttırmaktadır. En translusent seramik sistemlerinden birisidir (1). Kwiatkowski ve Geller 1989 yılında cam seramik postları (Dicor, Dentsply, York, PA, Amerika) ilk kez klinik olarak uygulamışlardır (99).

Cam seramik postlar, post boşluğu hazırlanıp ölçüsü alındıktan sonra laboratuvarda elde edilen model üzerinde endirekt yöntem ile dökülebilir cam seramik materyalinden hazırlanmaktadır. Dökülebilir cam seramiklerin kırılma dayanımlarının düşük olması nedeniyle, zamanla güçlendirilmiş seramik sistemleri post materyali olarak daha çok tercih edilmeye başlanmıştır (192).

Alüminyum Oksit (Al_2O_3) ile Güçlendirilmiş Seramikler: Cam infiltre edilmiş Al_2O_3 seramikten elde edilen post sistemi (In ceram, Vita Zahnfabric, Bad Sackingen, Almanya) Kern ve Knode tarafından 1991'de geliştirilmiştir (99, 159). Bu sistemde, in-ceram alümina tozu ve deiyonize su karıştırılarak şekillendirilip hazırlanan alumina çekirdek önce özel bir fırında sinterlenmekte, daha sonra sinterlenmiş bulunan çekirdeğe lantan aluminyum silikat cam infiltre edilmektedir. Sinterleme sırasında alumina kristalleri birbirine yaklaşmakta ve kristallerin yoğun dağılımı çatlak ilerlemesini sınırlandırarak dayanıklılıkta artış sağlanmaktadır . Cam infiltrasyonu ile de poroziteler elimine edilmektedir (1). Aluminyum oksitle güçlendirilmiş seramikler post

materyali olarak, yeterli dayanıklılığa ve artmış bükülme direncine sahiptirler (192). Vakaya özel olarak hazırlanan ölçüden laboratuvarda endirekt olarak hazırlanmaktadırlar. 1988 yılında geliştirilen Celay sistemi (Mikrona AG, Spreitenbach, İsviçre) ile ise hasta ağzında hazırlanan post-core maketi, in-ceram alümina seramik bloklardan (Vita In-Ceram Alumina for Celay, Celay Blanks, Vita, Bad Sackingen, Almanya) direk olarak kopya freze yöntemi ile de elde edilebilmektedir.

Zirkonyum Oksit (ZrO_2) Esaslı Seramikler: 1980'lerin sonlarında Christel ve arkadaşları zirkonyum esaslı postları geliştirmiştir (20). 1994 yılında Kouyatas ve Kern, 1995 yılında Sandhaus ve Pasche, zirkonyum oksit seramikleri prefabrik post yapımında kullanmışlardır (192).

Prefabrike zirkonya seramik post core materyali %3 mol Y_2O_3 (yitrium oksit) tarafından stabilize edilen %97 mol tetrogonal zirkonyum polikristallerinden (ZrO_2-TZP) oluşmaktadır (20, 192). Güçlendirme mekanizması faz değişimi ile sağlanmaktadır.

Zirkonyum esaslı postlar beyaz ve radyoopaktır. Yüksek dayanıklılık, direnç ve optimal estetik görüntü kriterlerine sahiptir. Dentin rengini yansıtmakta, servikal kök bölgesinde yeterli translusens derinliği sağlamaktadırlar. Biyolojik olarak uyumludurlar (20, 99). Estetik ve optik özelliklerinin yanında metal postlarda sıklıkla yaşanan korozyon problemi de söz konusu değildir. (21, 99, 212). Tek seansta uygulanabilirler (192).

Zirkonya seramik postlar oldukça rijittir ve elastiklik modülü yüksektir (20). Bu nedenle yükler direk olarak posttan köke iletilmektedir (53). Küçük çaptaki zirkonyum esaslı postlar diğer seramik postların yeterli direnci sağlayamadığı dar kök kanallarında kullanılabilmektedirler (99). Zirkonyum esaslı postlarla restore edilen dişlerde meydana gelen kırılmaların restore edilmesi ve zirkonyum esaslı postlar kırıldıklarında kökün içinde kalan parçasının çıkarılması oldukça güçtür (159).

Zirkonyum esaslı seramik postlar kök kanalı içerisine direk olarak simante edilebilirler ve üzerlerine kompozit core veya direk olarak ısı ile preslenen porselen core yapı oluşturulabilir (192). Ancak diş dokusuna ve core materyaline bağlanmaları yetersizdir (34) ve kompozit core ile birlikte kullanıldıkları zaman kompozit yapıda stres birikmesine neden olduklarından, büyük kompozit core yapıları desteklemek için kullanılmaları önerilmemektedir (159). Post'un core'a tutunmasını arttırmak amacıyla,

1997'de Ivoclar firması (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), zirkonyum oksit postlar üzerine direk olarak ısıyla preslenen bir seramik core materyali (IPS Empress Cosmo Ingot, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) geliştirmişlerdir (99, 212).

2.4.3. Fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri

Fiber ile güçlendirilmiş polimerler, diş hekimliğinde kullanılan en güncel materyallerdendir. Biyolojik uyumu ve mekanik başarısı kanıtlanmış olan fiber destekli polimerlerden farklı dental ve cerrahi uygulamalarda, çok çeşitli formlarda faydalanılmaktadır (159).

Restoratif materyallerin yapısına fiber eklenmesi, streslerin daha geniş yüzey alanlarına dağıtılmasını ve materyalin yüklere karşı koyabilme yeteneğinin arttırarak direnç kazanmasını sağlar. Streslerin dağıtılması ve yorgunluk direncinin artması fiber ile güçlendirilen materyallerin sahip olduğu ortak üstün özelliklerdir (148).

Polimer bir matrikse fiberin ilavesi dayanıklılık, sertlik, kırılma tokluğu, yorulma direnci gibi mekanik özelliklerde artışa neden olur (115, 159, 194). Bunun sağlanması için fiberler ile reçine matriks arasında kesintisiz ve boşluksuz bir bağın olması gerekir. Yapıya eşit oranda dağılmış ve paralel dizilmiş fiberler matriks ile tam olarak kenetlendiğinde klinik olarak başarılı olması beklenir. Fiber ile güçlendirilmiş materyallerin fiziksel özellikleri sadece matriks ve fiberin yapısına bağlı değildir. Matriks ve fiberin ara yüz bağlantısının direncine, fiberlerin uzunluk, oryantasyon ve konsantrasyonu da önem taşımaktadır (76).

Fiber ile güçlendirilmiş sistemlerde kullanılan fiberler değişik konfigürasyon ve oryantasyonlara sahip olabilirler. Sıklıkla kullanılan fiber formları; örgü tipindeki fiberler, paralel seyreden tek yönlü fiberler ve dokuma fiberlerdir (20, 94). En popüler olan fiber türü tek yönlü ve birbirine paralel seyreden iplik formundaki fiberlerdir. Bu fiber türünü saç örgüsü ve dokuma fiberler izlemektedir. Fiberlerin konfigürasyon ve oryantasyonuna göre klinik kullanımları değişiklik göstermektedir. Tek yönlü iplik şeklindeki fiberler, fiber demetlerine paralel seyreden yükleri karşılamakta üstün iken, dik gelen kuvvetlere yeterli direnç gösteremezler (26). Tek yönlü fiberler, dokuma ya da saç örgüsü şeklindeki fiberlerden daha fazla esneme özelliği gösterirler (167).

Tek yönlü fiberler yapıya sadece tek yönde yüksek dayanıklılık sağlar. Bu nedenle tek yönlü paralel fiberlerin yapıyı güçlendirme etkisi anizotropiktir. Tek yönlü fiberlerin anizotropik güçlendirme davranışını minimalize etmek amacıyla düz, çapraz, saten dokuma gibi farklı formlarda fiberler geliştirilmiştir. Dokuma formundaki fiber sistemleri ile yapıya iki yönde güçlendirme sağlanmakta ve ortotropik mekanik özellikler kazandırılmaktadır. Bu formdaki fiberlerin tek parça olması nedeniyle yerleştirilmesi daha kolaydır, ancak dokuma kumaş biçiminde olduğundan bütün liflerin reçine ile teması zor olabilmektedir. Özellikle örgü yapısı daha sıkı olan dokuma fiberlerin reçine ile ıslatılmasında zorluklarla karşılaşılabilmektedir (198).

Örgü fiberler çok yönlü liflerden oluşur, diş hekimliğinde birçok alanda kullanılabilmektedir. Hareketli protezlerin kuvvetlendirilmesi, tamiri, periodontal ve ortodontik amaçla dişlerin splintlenmesi, tek diş eksikliklerinde akrilik veya kompozit esaslı adeziv köprü protezlerinin yapımında faydalanılmaktadır (20).

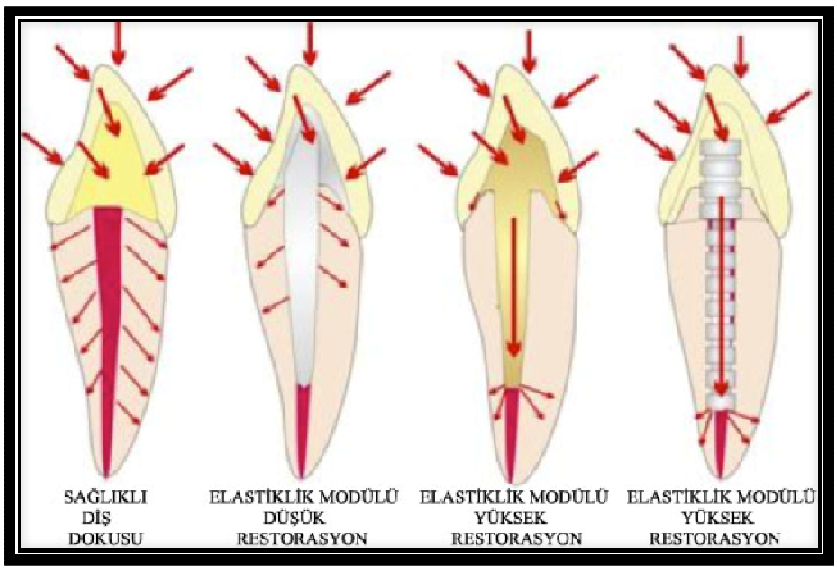
Fiberler altıgen veya kare formunda da üretilmekle birlikte, kullanım kolaylığı nedeni ile en yaygın form silindirik formdur. Fiberlerin çapları ile gösterdikleri direnç ve dayanıklılık ters orantılıdır. Fiber ile güçlendirilmiş reçinenin yüksek dayanıklılık sahibi olması ve reçine matriksten fiber liflere kuvvetlerin daha iyi aktarılabilmesi için polimer matriks ile fiberlerin ara yüzey bağlantısının optimal olması gerekmektedir (2).

Fiber uzunluğu da mekanik özellikleri etkileyen önemli faktörlerden biridir. Polimer matrikse gelen kuvvetler fiber sonlanmaları boyunca fiberlere iletilirler (161). Kısa fiberlerin polimer matrikse ilave edildiği durumlarda fiber sonlanmaları stres konsantrasyon noktaları olarak davranabilir ve bu durum çok küçük yüklenmelerde bile fiber sonlanmalarının matristen ayrılmasına ve matriks yapıda mikro çatlaklar oluşmasına neden olabilir. Tek yönlü paralel fiberlerle güçlendirilmiş yapılarda, fiberler en zayıf kesit alanının olduğu bölgeden kırıldığında da aynı durum ortaya çıkmaktadır. Polimer reçine ile fiber ara yüzünde meydana gelen makaslama kuvvetleri, fiberin uzunluğu boyunca çatlağın yayılmasına ve fiber ile polimer yapının ayrılmasına neden olabilir. Ara yüzey bağlantısının güçlü olması bu durumu engellemek adına çok önemlidir (2).

Fiber ile güçlendirilmiş polimer postlar yeni bir kök kanal postu türüdür. Fiber ile güçlendirilmiş postlar, karbon, cam, kuartz veya polietilen fiber gibi yüksek dirençli bir materyalin reçine matriks ile birleşiminden oluşurlar. Fiberlerin çapı 7 – 10

mikrometre arasında değişmektedir ve örgü, dokuma ve tek yönlü iplik olmak üzere farklı konfigürasyonlar mevcuttur (30, 64, 65).

Fiber ile güçlendirilmiş postlar, geleneksel post materyallerine alternatif olarak üretilmiştir (153). Fiber postların geliştirilmesi, yapıları, formları ve optik özellikleri sayesinde metalik postların bir takım sınırlamalarına çözüm getirmiştir (40, 65, 189). Fiber ile güçlendirilmiş postlar, elastik moduluslarının dentine benzemesi (16-40 GPa) noktasından hareket edilerek geliştirilmişlerdir (20, 98, 103, 148). Rijid metal postlar, gelen kuvvetlere deformasyona uğramadan karşı koymaktadırlar ve dentinde kök kırıklarına neden olan stres iletimine sebep olmaktadırlar. Fiber ile güçlendirilmiş postlar, homojen olmayan yapıdadırlar ve kuvvetler karşısında bükülmektedirler. Bu sayede post ve dentin arasında streslerin dağılmasına neden olmaktadırlar (Şekil 2.15) (20, 120). Fiber postların, metal ve seramik postlarla karşılaştırıldıklarında pek çok avantaja sahip olduğunu bildiren güncel araştırmalar mevcuttur (15, 30, 113). Laboratuvar çalışmaları bu postların yüksek çekme direncine ve dentine benzer elastik modulusuna sahip olduklarını göstermiştir. Fiber esaslı postların iki önemli özelliği vardır. Bunlar; dentine yakın elastik modulusuna sahip olmaları ve core materyaline adeziv yöntemle bağlanabilmeleridir (20).



Şekil 2-15: Farklı elastiklik modülüne sahip materyallerin kuvvet iletimi özellikleri-(162)

Fiber destekli ilk kompozit post, 1989 yılında Fransız firması, Recherches Techniques Dentaires (RTD) tarafından üretilmiştir. 1990 yılında Duret ve arkadaşları, post yapımı için karbon fiber ile güçlendirme prensibine dayanan metal içermeyen materyalleri tanımlamışlardır (20, 99,101).

Günümüzde kullanılan fiber ile güçlendirilmiş postlar, polimer reçine matriks tarafından çevrelenmiş karbon, kuartz, cam veya polietilen fiberlerden oluşur. Bu polimer reçine matriks genellikle epoksi reçinedir (20, 118, 120). Post sistemleri içindeki fiber oranı yaklaşık % 35- 65 arasında değişiklik göstermektedir (20, 159). Reçine matriks materyali, önceden gerdirilmiş olan fiberlerin üzerine enjekiyon yöntemi ile uygulanmaktadır. Fiber ile güçlendirilmiş post sistemlerinde fiberler yüksek çekme direnci sağlamak üzere kullanılmaktadır. Reçine matriksin iste baskı kuvvetlerine karşı koyması ve stresleri absorbe etmesi gerekmektedir. Uygulanan kuvvet ile birlikte, fiber-matriks ara yüzünde stres oluşumu gözlenmektedir. Oluşan stresin sebebi fiber ve matriksin elastiklik modülleri arasındaki farklılıktır. Fiber/matriks oranında ve toplam ara yüz alanında artış elde edilmesi dayanıklılığı arttırabilmektedir ancak bu durum fiber postun elastiklik modülünün de artmasına sebep olacaktır. Postun elastiklik modülünün artması ise kök kırığı riskini de beraberinde getirmektedir (176).

Fiber postlar metal içermediğinden korozyona uğramazlar ve metal allerjisi söz konusu değildir. Ağzın görünür bölgelerinde özellikle tam seramik restorasyonların altında daha iyi estetik sağlarlar. Fiber postlar retreatment gerektiren endodontik başarısızlık durumlarında kanaldan kolaylıkla uzaklaştırılabilirler (40).

Bükülme göstermeksizin büyük kuvvetlere karşı koyabilen yapılar, yüksek rijiditeye sahiptirler (194). Üç nokta bükülme testleri; fiber postların metallere göre daha az rijidite gösterdiklerini ortaya koymuştur (118).

Fiber postların bükülme dayanımları ortalama 600 MPa civarındadır. Fiber postlar arasında bükülme direnci en yüksek olanlar kuartz fiberler iken, cam fiberler en düşük bükülme direncine sahiptir (68, 103).

Fiber ile güçlendirilmiş postların kullanılmasıyla dişlerde kırılma riskinin azaldığı pek çok çalışma tarafından bildirilmiştir. Fiberle güçlendirilmiş post materyalleri gibi daha az rijit olan materyallerin, stresleri metal ve seramik postlara kıyasla daha iyi dağıttıkları gösterilmiştir (115). Fiber postlara ait klinik ve laboratuvar

çalışmaları sonucunda, özellikle kökün orta ve apikal 1/3 üne ait dikey ve oblik kırıklar olmak üzere kök kırıkları riskini azalttıkları bildirilmiştir (5, 40, 62, 115, 125, 189).

In-vitro çalışmalar (136, 184), fiber ile güçlendirilmiş postların dayanıklılığının döküm metal post-core restorasyonlarından belirgin olarak düşük olduğunu, buna karşılık yüksek rijidite gösteren metal post-core'un lateral kuvvetleri dentine distorsiyona uğramadan ileteceği ve bu durumun da kök kırığı riskini arttıracağı bildirilmektedir. Fiber ile güçlendirilmiş postların düşük elastiklik modülü ($1 – 4 \times 10^6$ psi), dentine daha yakındır ($\sim 2 \times 10^6$ psi) ve bu özellik kök kırığı meydana gelme riskini azaltmaktadır (120, 184). Fiber ile güçlendirilmiş postların en önemli avantajı, köke etki eden kuvvetlerin daha homojen dağılmasına imkan vermeleridir (60 ,191).

Postun kanal içerisinde oluşturduğu stres postun dişe olan bağlantısı ile doğrudan ilişkilidir (18). Fiber ile güçlendirilmiş postlar birçok reçine siman ve reçine esaslı kompozit core materyali ile bağlanmak üzere üretilmektedir (30). Fiber ile güçlendirilmiş postlar kanal içine aktif olarak yerleşmezler, kanal duvarlarına yapıştırıcı simanlar yardımı ile pasif olarak bağlanırlar. Fiber matrikse stres aktarılmasında uygulanan kuvvetin yönüne uyumlu olarak fiberin yönü postun uzun ekseninden ayrılır. Bu özellik nedeniyle paralel fiber postlar, oblik dizilmiş fiber içeren postlara nazaran yüklemelere karşı daha etkili olabilmektedir (76, 140). Böylelikle fiberlerin paralel dizilim gösterdiği postlar stresleri dağıtarak, diş dokusuna daha az stres iletirler (18).

Fiber ile güçlendirilmiş kompozit postların, neredeyse hiç kök kırığı oluşturmamalarının yanı sıra, dentine benzer mekanik özellikleri, diş dokusu ve kompozitlere bağlanabilmeleri, metal veya seramik postlardan daha uygun bir tedavi seçeneği haline getirmektedir (5, 57, 124, 125). Fiber ile güçlendirilmiş postlar; karbon, kuartz, cam ve polietilen fiber post sistemleri olmak üzere 4 gruba ayrılırlar (20, 159).

2.4.3.1. Karbon fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri

Karbon fiberler, 7-10 μm çapında, 3000°C'ya kadar dayanıklı, çekme dayanımı çelikten daha fazla olan, hafif bir materyaldir. Düşük yoğunluğuna ($1.8 g/cm^3$) rağmen dayanıklıdır (48).

İlk üretilen fiber postlar, karbon fiber postlardır (22). Aynı zamanda geliştirilen ilk metal olmayan post sistemidir. 1990 yılından itibaren post materyali olarak karbon fiber ile güçlendirmeyi temel alan prensipler ortaya konulmaya başlanmıştır (20). 1992

yılında Duret ve arkadaşları prefabrike karbon fiberden yapılmış postları diş hekimliğinde kullanmaya başlamışlardır. Karbon fiber postlar epoksi reçine matriks içerisinde, sürekli aynı yönde paralel şekilde sıralanmış, 8μm çapındaki karbon fiberlerden oluşur. Bu fiberler postun ağırlık olarak %64'ünü oluşturmaktadır (18, 20, 45, 159). Diş hekimliğinde kullanımına başlanan ilk metal olmayan postlar karbon fiber postlardır (20, 62).

Karbon fiber postlar dayanıklıdır, ancak ağızdaki mevcut kuvvetlere maruz kaldığında seramik ve metal postlardan daha düşük sertliğe ve dirence sahiptir (183, 53, 62, 34). Karbon fiber postların baskı dayanımı 440 MPa, makaslama dayanımı 170 MPa, elastiklik modülü ise ortalama 17 GPa'dır. Paslanmaz çeliğin elastiklik modülü dentinden 20 kez, titanyumun elastiklik modülü ise 10 kez daha büyüktür. Yüksek elastiklik modülüne sahip metal postlar yük altında dişle birlikte esneyemez ve bu durumunda kökün kaybedilmesine neden olacak boyutta kök kırıklarına neden olurlar (62, 165). Karbon fiber postların en büyük avantajı; elastiklik modüllerinin dentine benzer olmasıdır. Bu özellikleri nedeniyle de diş dokusunda daha az gerilime neden oldukları bildirilmiştir (95).

Karbon fiber postlar radyografide radyolusent görüntü verirler. Postların rengi siyah olup, estetik değildir. Dişeti kenarında renk değişikliğine neden olabilirler (20, 32). Karbon fiber postların en büyük dezavantajı, estetiğin ön planda olduğu vakalarda istenilen başarıyı sağlayamamalarıdır. (13, 20, 32, 64, 128). Bu dezavantajı yok etmek amacıyla üretici firmalar zaman içerişinde karbon fiber postlar yerine kuartz fiber postların üretimine başlamıştır (20).

2.4.3.2. Cam fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri

Diş hekimliğinde kullanılan cam fiberlerin kompozisyonu farklılık göstermektedir. Fiber ile güçlendirilmiş polimerlerde kullanılan sürekli fiberler genellikle alkalisiz camdan oluşurlar ve yapısında temel olarak %56 SiO_2, %22 CaO, %14 Al_3O_3, %6 B_2O_3 ve düşük oranda metal oksitler bulunan boro alümina silikat camıdır (48). Cam fiber sistemleri beyaz renkleri, ucuz ve kolay bulunmaları ve mekanik özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (93).

Cam fiber postlar, ilk olarak 1992 yılında ilk olarak diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur (22). Bu fiber postlar farklı tipteki camlardan yapılabilir (103). Son yıllarda üretilen cam fiber postlarda polimer ağ, reçine matriks içinde silanlanmış

cam fiberlere sahip materyallerden oluşmaktadır (13, 20, 118). Bazı cam fiber postlarda fiberler, Bis-GMA bazlı reçine matriks içinde yer alır (68). Üretimleri beyaz, translusent veya opak olmak üzere 3 temel renk tonundadır (13, 20, 193).

Elastiklik modülü dentine benzemektedir (13). Dentine benzer bükülme dayanımına sahip olması nedeniyle stresleri geniş yüzey alanlarına dağıtırlar (20, 193). Cam fiber postların reçine simanlarla bağlanma dayanıklılığı yüksektir (20). Estetiktir, kompozit ve tam seramik restorasyonlar ile birlikte kullanılabilirler (13). Işık geçişine izin verirler (193). Ancak reçine matriksle zayıf bağlantı oluşturmaları en önemli dezavantajları olarak bildirilmektedir (13).

2.4.3.3. Kuartz fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri

Kuartz saf silikanın kristalize formudur. Düşük termal genleşme katsayısına sahip inert bir materyaldir (103).

Kuartz fiber postlar ilk defa 1998 yılında Recherches Techniques Dentaires (RTD) firması tarafından Aestheti-Plus ticari ismiyle geliştirilmiştir. Daha sonra firma 1999 yılından itibaren sırasıyla Light Post, DT White Post ve DT Light Post adı altında farklı şekillerde kuartz fiber postları üretmiştir. Kuartz fiberlerin elastiklik, çekme dayanımı, bükülme direnci, yüzey özellikleri, radyoopasite ve ışık geçirgenliği bakımından diğer fiber tiplerinden daha üstün özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir (162, 195).

Kuartz fiber postlar, epoksi reçine matriks içerisine gömülmüş 8 µm çapında kuartz fiber liflerinden oluşmaktadırlar. Mikroporöz yüzey özelliği göstermektedirler. İçeriklerinde baryum bulunmaktadır. Biyolojik olarak uyumludur. Birim yüzey alanına düşen fiber liflerin fazla olması nedeniyle, cam fiber postlara kıyasla daha yüksek çekme direncine, cam fiber ve zirkonyum postlara nazaran daha yüksek kırılma dayanımına sahiptir. Eğilmeye ve bükülmeye karşı dirençlidir (5, 20). Dentine benzer elastiklik modülü (18-47 GPa) sayesinde restorasyona gelen kuvvetler eşit bir şekilde dentin dokusuna iletilmekte, restorasyon ara yüzünde stres oluşumu önlenmektedir (6, 100).

Bis-GMA esaslı reçine simanlarla kimyasal olarak uyumludurlar. Reçine matriks ışık geçirme özelliğine sahiptir. Bu sayede post simantasyonunda kullanılan adeziv materyallerin ışıkla polimerizasyonuna izin vermektedir. Işık geçişine imkan tanımaları

ve reçine simanlarla kimyasal uyumları adeziv tekniklerle simantasyonlarını mümkün kılmaktadır. Estetik restorasyonlarda altyapı olarak kullanımları uygundur. Radyografide izlenebilmektedir (3, 6, 100). Kök kanalından çıkarılması gerektiğinde işlem özel frezler yardımıyla kolaylıkla yapılabilmektedir (6, 100).

2.4.3.4. Polietilen fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri

Polietilen, etilenin (CH_2CH_2) polimerlerinin tümüne verilen genel isimdir ve en çok üretilen sentetik polimerdir. Biyolojik olarak uyumlu, inert, dayanıklı bir yapıya ve doğal bir renge sahiptir. Ancak, yüzey enerjisinin düşük ve hidrofobik olması nedeniyle yetersiz ıslanabilirlik göstermeleri, diğer materyaller ile bağlanmalarını zor hale getirmektedir (48).

Polietilen fiberler, etilenein doğrusal homopolimeridir. Aşınma ve çarpma direnci yüksektir ve kırılgan değildirler. Mekanik özelliklerinin iyi olmasına rağmen, polietilen fiberler 140°C'den sonra yapısal olarak bozulduklarından yüksek ısı ile polimerize olan kompozitler ile kullanılamazlar (93, 133).

Post ve coreların yapımında, periodontal splintleme için, adeziv köprü protezlerinin yapımında, kompozit reçine restorasyon ve overdenture protezlerin güçlendirilmesinde, kırılmış köprü protezlerinin tamir edilmesinde kullanılmaktadır (192).

Elastik modulusu dentine benzer olup, estetiktir. Uygulanmaları kolaydır ve zaman almaz (102). Tekrarlayan mekanik yüklemelerde ve nem ile temasta yapısı bozulur, elastik modulusu azalır ve buna bağlı olarak bağlantı başarısızlığı meydana gelebilir (192). Diş hekimliğinde kullanılan polietilen fiberler ile beklenen başarının elde edilememesinin nedeni olarak fiberin yumuşak yüzeyi ve kimyasal bağlanma yüzeylerindeki eksiklik dolayısı ile polimer reçine ile fiberin adezyonundaki problemden gösterilmektedir (48).

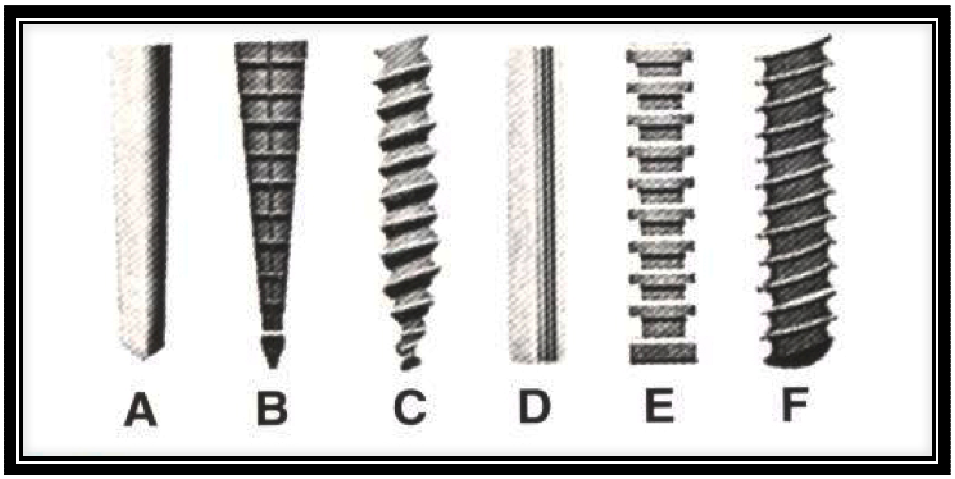
2.5. Post uygulamasında güncel yaklaşımlar

2.5.1. Post tasarımları

Vakaya özel hazırlanan post-core restorasyonlarının yanı sıra çok sayıda prefabrike post sistemi geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Uzun bir geçmişe sahip olan metal ve metal alaşımlarından üretilen prefabrike post sistemleri yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bu prefabrik post tasarımları için farklı sınıflandırmalar mevcuttur, ancak postların şekillerine ve yüzey özelliklerine göre sınıflandırılması en yaygın olanıdır (Şekil 2.16) (52, 53, 130).

Capulo ve Standlee (29), farklı tasarım özelliklerini 2 temel gurupta toplamıştır.

1. Konik post tasarımları
    a. Düz yüzeyli
    b. Yivli
    c. Çentikli
2. Paralel kenarlı post tasarımları
    a. Düz yüzeyli
    b. Yivli
    c. Çentikli



Şekil 2-16: Farklı post tasarımları. A. Konik ve düz yüzeyli post, B. Konik ve çentikli post, C. Konik sonlanan yivli post, D. Paralel ve düz yüzeyli post, E. Paralel ve çentikli post F. Paralel ve yivli post-(167)'den

Postun yüzey özellikleri postun kırılma dayanımı ve retansiyon değerlerini değiştirmektedir. En yüksek retansiyon değerleri yivli postlarda ve bunu takiben çentikli postlarda izlenirken en düşük retansiyon değerleri düz yüzeyli postlarda gözlenmektedir (53). Yivli postların, simante edilen postlardan daha retantif olduğu bildirilmektedir (30). Konik, yivli postlar daha fazla stres birikimine neden olurken (53), paralel kenarlı postların kök boyunca stresi eşit olarak dağıtarak kökte en az stresin birikime neden oldukları çalışmalarla desteklenmiştir (30, 53). Çalışmalardan elde edilen verilere göre, yivli postların %7, konik postların %3 ve paralel postların %1 oranında kırılma sıklığı gösterdikleri belirtilmiştir (49).

Paralel kenarlı postlar için post boşluğu hazırlanırken daha fazla dentin dokusunun uzaklaştırılması gerekmektedir. Kök kanalının daha ince olan apikal ve orta bölümlerinde, bu durum perforasyona neden olabilir (30). Konik postlar diş dokusunun korunması prensibinden yola çıkarak üretilmiştir. Kök kanalları konik formda temizlenip şekillendirildiğinden konik postların kullanımı daha az dentin dokusunun kaldırılmasını gerektirmektedir (30). Konik postlar doğal kök formu ve kanal konfigürasyonuna uyum gösterirler ve kökün apikalinde diş dokusunun korunmasına imkan verirler. Ancak bu tasarımlarda da retansiyonunun yetersizliği, kökün kuronal bölümünde stres yoğunlaşması sonucunda kama etkisi oluştuğu bildirilmiştir (53). Streslerin postun apeksinde, özellikle de dar ve konik köklerin ucunda yoğunlaştığı belirtilmektedir (53). Apikale doğru konikleşen paralel kenarlı postlar, apikal kısmı dışında post boyunca paraleldir. Bu tasarım, apekste dentinin korunmasına izin verirken, paralel kenarlı bölüm sayesinde gerekli retansiyonu da sağlamaktadır (39).

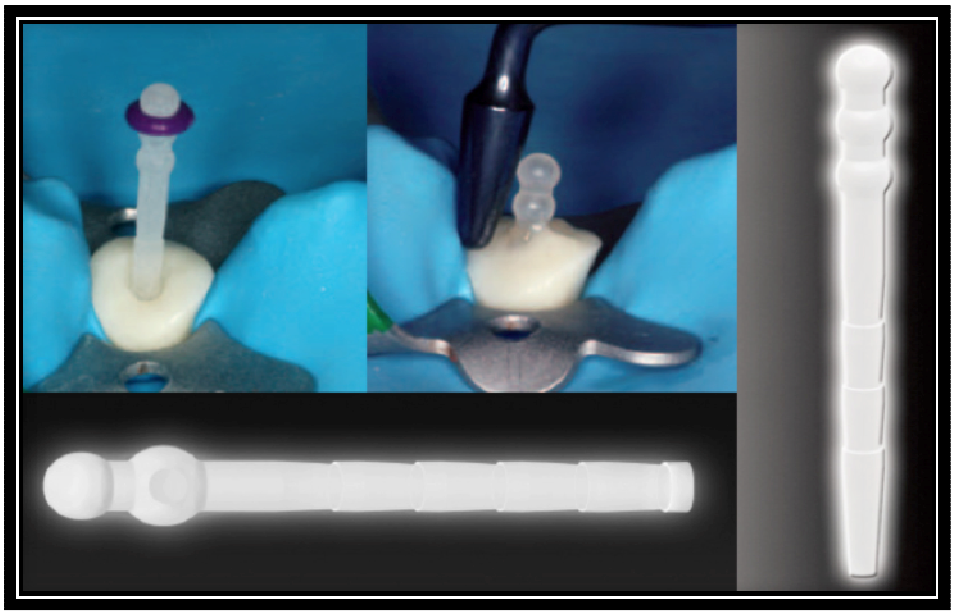
Postlar yüzey özelliklerine göre aktif ya da pasif olarak sınıflandırılmaktadır. Aktif postlar yivleri sayesinde dentine mekanik olarak kenetlenirler ancak diş dokusuna daha daha fazla stres iletirler (30). Pasif postların tutuculuğu ise, kanal duvarına olan uyumuna ve kullanılan simana bağlıdır (53, 52, 130). Post-core-kuron sistemlerinde bükülme kuvvetleri postun kanal içinde gevşemesine neden olarak başarısızlığa neden olur. Bu nedenle post-core-kuron sisteminin stabilite ve retansiyonunda, seçilen post tasarımının bükme kuvvetlerine direnç gösterebilmesi önemlidir (53). Bu noktadan hareketle aktif postların bükme kuvvetlerine karşı pasif postlardan daha dirençli oldukları bildirilmektedir (53). Diş dokusuna aktif olarak tutunan yivli postlar daha retantif olmalarına rağmen kök kırıklarına olan yatkınlığı arttırırlar. Bu bakımdan

simante edilmiş pasif bir postun sağladığı tutuculuğun daha az olmasına rağmen, kök açısından daha koruyucu olduğu sonucuna varılmıştır (128).

Günümüzde, adeziv sistemlerin varlığı ve değişen estetik beklentiler doğrultusunda estetik post kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu postlar da farklı tasarımlarda ve farklı üreticiler tarafından diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur. Bu sistemlerin en güncellerinden biri, Montreal Üniversitesi'nden Dr. Pierre Boudrias, Dr. Salam Sakkal ve RTD (Recherches Techniques Dentaires) firması işbirliği ile tasarlanarak üretilmiş olan D.T (double taper) Light Post sistemidir. Üretici firma bu post tasarımındaki öncelikli amacın mümkün olduğu kadar kök kanal formuna uygun ve estetik postlar olduğunu bildirmektedir (162). Diş kökünün anatomik formunu esas alarak tasarladıkları kuartz fiber destekli postları 2000 yılında diş hekimlerinin kullanımına sunmuşlardır. İki farklı koniklik açısına sahiptir. Dentine yakım elastiklik modülü ve metal postlara benzer bükülme direncine sahiptir. Düşük termal genleşme katsayısı, sıcaklık değişimleri karşısında yapısal bütünlüğünü korumasını sağlamaktadır (195). 2006 yılında postlar ve hazırlık frezleri her bir çap için birbirinden farklı intrinsik renk kodlamasına sahip olacak şekilde üretilerek D.T Light Post ILLUSION adını almış, 2009 yılında ise daha radyoopak olacak şekilde yenilenerek D.T Light Post ILLUSION X-RO (Şekil 2.17) geliştirilmiştir.

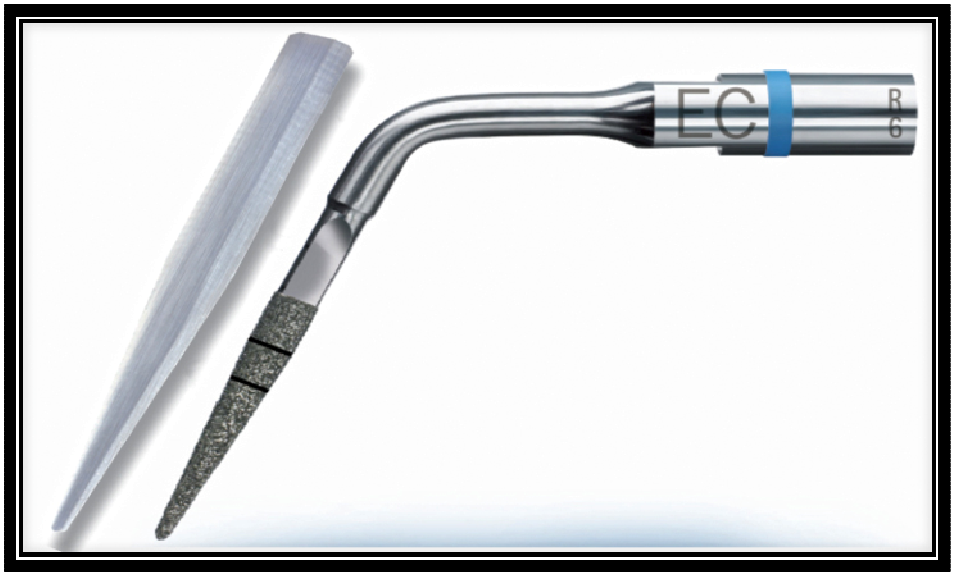
Şekil 2-17: D.T Light Post Illusion X-RO Sistemine ait örnek postlar ve postun kullanımı

Güncel post tasarımlarından diğer ikisi de Coltene (Coltène/Whaledent GmbH Co., Langenau, Almanya) firmasına ait, cam fiber ile güçlendirilmiş, Parapost Fiber Lux ve Parapost Taper Lux post sistemleridir (Şekil 2.18). Reçine matriks içerisinde tek yönlü cam fiberlerin gömülmesi ile elde edilen postlar, şeffaf ve radyoopak özellik göstermektedir. Parapost Fiber Lux paralel kenarlı ve çentikli, Parapost Taper Lux ise konik ve çentikli bir tasarıma sahiptir. Her iki post sisteminin de baş bölgesinde, core üst yapısına retansiyon sağlamak amacıyla tasarlanmış, üst üste yerleştirilmiş iki (Fiber Lux) ve üç (Taper Lux) küre formlarından oluşan, yuvarlak ve undercutlı bir alan bulunmaktadır. Bu yuvarlak tasarımın stres oluşumunu azalttığı bildirilmektedir. Sistemler, farklı renk kodlamasına sahip 4 ayrı çaptan oluşmaktadır.

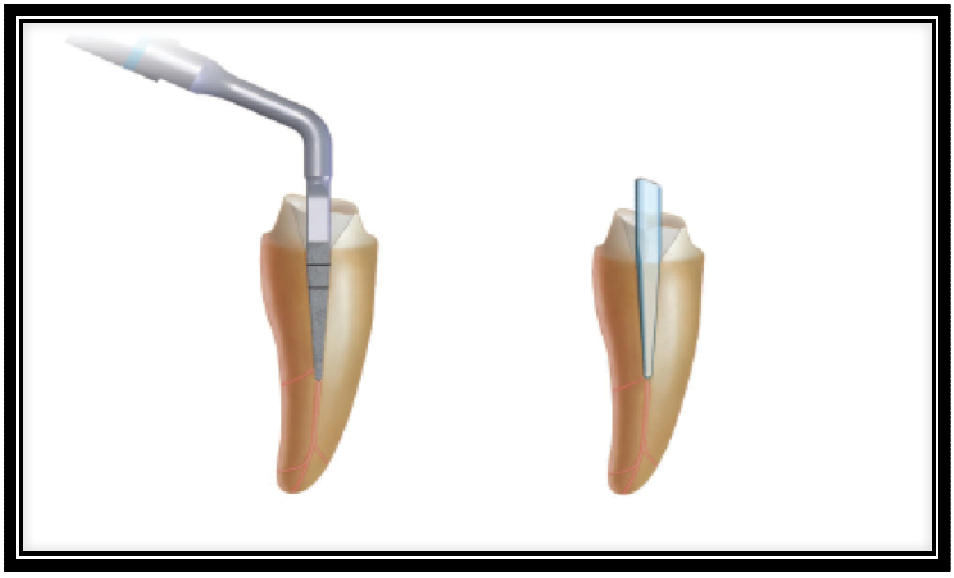


Şekil 2-18: Parapost sistemine ait örnek postlar ve postun kullanımı

Bir diğer güncel estetik post tasarımı örneği ise, oval kanal kesitine sahip köklerde kullanılmak üzere üretilen, kuartz fiber ile güçlendirilmiş oval kesitli bir post sistemidir (Ellipson Post; Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa) (Şekil 2.19). Bu alternatif sistemde, boyutları oval post ile birebir örtüşen, kesiti oval ve elmas kaplı aşındırıcı özel uç (Ellipson Tip, Satalec, Acteon Group, Merignac, Fransa), uyumlu olduğu ultrasonik cihaza (Suprasson P5 Newtron, Satelec, Acteon Group, Merignac, Fransa) takılarak post boşluğu hazırlanmaktadır (Şekil 2.20). Bu sistemde ultrasonik cihaz su soğutması altında çalışmaktadır. Bu prefabrike post sistemi, ilk oval kesitli post sistemidir.



Şekil 2-19: Ellipson Tip ve Ellipson Post Örneği

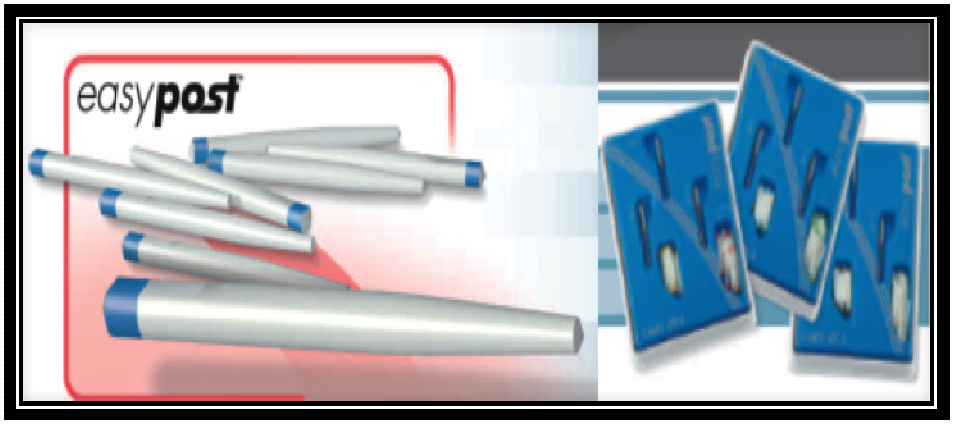


Şekil 2-20: Ellipson sisteminin kullanılması

Cosmopost, Ivoclar (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) (Şekil 2.21) firması tarafından üretilip diş hekimlerinin kullanımına sunulan zirkonya esaslı bir seramik post sistemidir. Konik formda, beyaz renkli ve radyoopak özelliktedir. 1,4 ve 1,7 mm olmak üzere 2 farklı çapta üretilmektedir. Core üst yapısı, kompozit materyallerle şekillendirilebildiği gibi, sistemle uyumlu olarak üretilmiş translusent seramik ingotların (IPS Empress Cosmo, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) laboratuvarda postun üzerine preslenmesi ile de elde edilebilmektedir.

Şekil 2-21: Cosmopost sistemine ait örnek post seti ve preslenebilir seramik ingotlar

Bir başka güncel post tasarımı ise, epoksi reçine matriks içine, zirkonyum ile güçlendirilmiş tek yönlü cam fiberlerin gömülmesi ile elde edilmiştir (EasyPOST, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) (Şekil 2.22). %60 oranında zirkonyum ile güçlendirilmiş cam fiber, %40 oranında epoksi reçieneden oluşmaktadır. Silindiriko-konik endo-tasarım adını verdikleri post formunun, kökten diş maddesi uzaklaştırma adına konservatif bir tasarım olduğu belirtilmektedir. Ön ve arka bölge dişler için farklı çaplarda mevcutturlar.

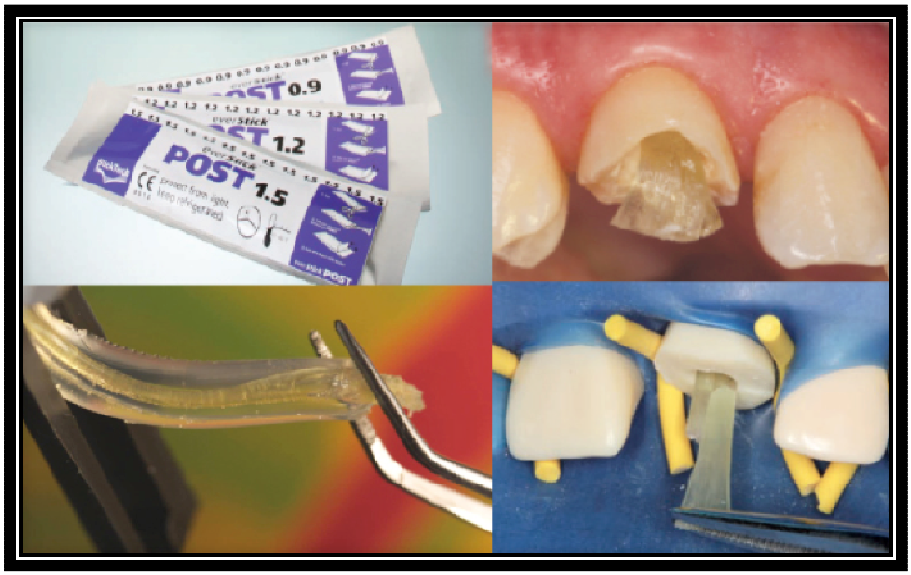


Şekil 2-22: EasyPOST sistemine ait post ve set örneği

Güncel post tasarımlarından biri de, zirkonya dolduruculu epoksi matriks içine gömülmüş tek yönlü cam fiberlerden elde edilen RelyX Fiber Post (3M ESPE, Seefeld, Almanya) (Şekil 2.23) sistemidir. Postlar kökün anatomik formu ile uyumlu olacak şekilde, kuronalde silindirik ve paralel kenarlı, apikale doğru gittikçe konikleşen formda tasarlanıp üretilmiştir. RelyX Fiber Postların yüzeyi mikro mekanik olarak pürüzlendirilmiştir ve epoksi reçine matrikse ilave edilen zirkonya doldurucular sayesinde metal alaşımlarına yakın radyoopasite gösterdikleri belirtilmektedir. Post sistemi farklı renk kodlamasına sahip, 3 farklı çapta cam fiber posttan oluşmaktadır. Setin içinde sisteme özgü endodontik uygulama uçları da bulunmaktadır.

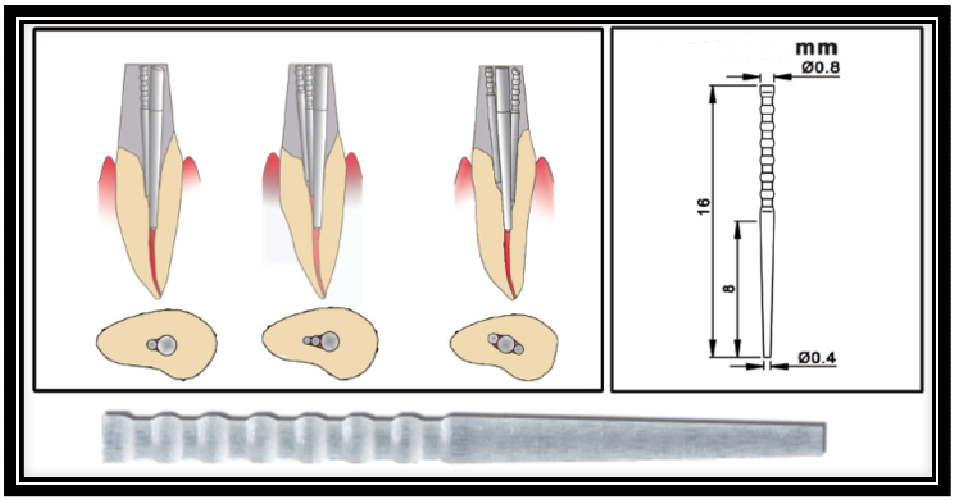
Şekil 2-23: RelyX Fiber Post sistemine ait post seti örneği

Güncel post sistemlerinden biri olan everStickPOST (Stick Tech Ltd, Turku, Finlandiya) (Şekil 2.24), akrilik polimer ve reçine emdirilmiş olarak, çubuk formunda tasarlanmış ve üretilmiş, cam fiberlerden oluşmaktadır. Vakaya özel olarak şekillendirilen, esnek özellikte bir posttur. 0.9, 1.2 ve 1.5 mm olmak üzere üç farklı genişlikte üretilmektedir. Kanalın morfolojisine uygun olarak şekillendirilmesi ile anatomik postlar elde edilebilmekte, eğimli, oval veya aşırı genişlemiş kanallarda uygun genişlik ve uzunlukta kesilen, birden fazla postun bir arada kullanılması ile uygulanabilmektedir. Özgün polimer ağ yapısı sayesinde fiberlerin tekrar aktive edilerek tamir edilebilmesinin mümkün olduğu belirtilmektedir.



Şekil 2-24: everStickPost sistemine ait post örneği ve uygulanışı

Bir diğer güncel post tasarımı da kuartz fiber ile güçlendirilmiş, çok küçük çaplı yardımcı postların üretilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Fibercone, Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa) (Şekil 2.25). Bu sistem özellikle oval kesitli kök kanalları ve kanal tedavisi sırasında aşırı genişletilmiş kök kanallarında, tek bir prefabrike postun kullanılması ile postun etrafında kalan boşlukların, yardımcı küçük çaplı postlar kullanılarak doldurulmasını amaçlamaktadır. Bu Fibercone yardımcı postlar, güta-perka konları gibi boşluğu doldurmak ve kök kanalı-post uyumunu maksimumda sağlamak amacıyla geliştirilmişlerdir ve gerekli vakalarda birden fazla sayıda kullanılabilmektedir. Yardımcı postların kullanılması için ilave şekillendirme yapılması gerekmemektedir.



Şekil 2-25: Fibercone sistemine ait örnek post ve postun kullanımı

Tüm bu güncel post sistemleri estetik beklentileri karşılamayı amaçlarken, adeziv teknolojisindeki gelişmelerin sağladığı avantajlarla birlikte uzun ömürlü, kök kırıklarına neden olmayan post-core restorasyonlarının yapımına imkan verebilmeleri amacıyla üretilmekte ve sürekli geliştirilmektedir.

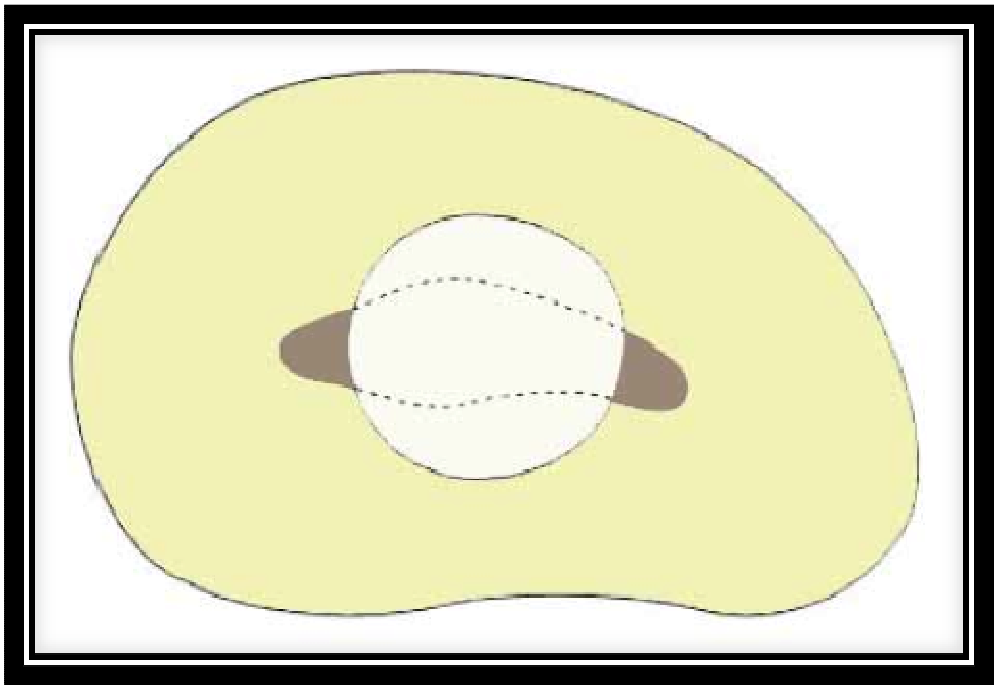
2.5.2. Kök kanal formu ile uyumlu postlar

Endodontik postların seçiminde kanal morfolojisine uygun olmalarına son derece dikkat edilmelidir. Bu sayede hem kökte daha fazla diş maddesi kaldırılmayarak diş zayıflatılmamış olur, hem de post ve kanal boşluğu arasında postun stabilitesini tehlikeye sokacak kadar fazla siman aralığı oluşması önlenmiş olur (49). Kök kanalına tam olarak uyumlanabilen post sistemleri uygun bir reçine esaslı siman ile birlikte kullanıldığında, core üzerine gelen kuvvetin dişe daha homojen aktarılmasına yardımcı olacağı da bildirilmektedir (20).

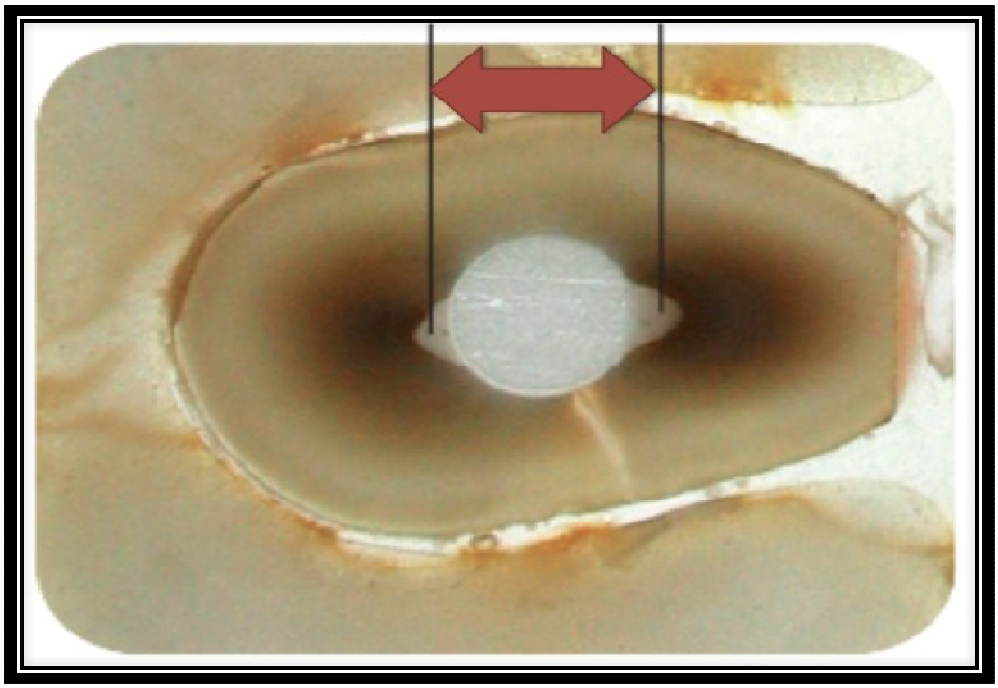
Bazı kanallar, özellikle maksiller kesicilerin kök kanalları enine kesitte, yaklaşık olarak dairesel bir şekle sahiptirler. Bu kanalların preparasyonları, reamer veya özel frezler ile minimum açılanmayla veya paralel olarak uygulanacak postun sekline göre hazırlanabilir. Enine kesiti oval olan kanallar, istenmeyen andırkatların ortadan kaldırılması amacıyla geleneksel diş preparasyonunda olduğu gibi, konik biçimde hazırlanmalıdır (1).

Kanal konfigürasyonu vakaya özel dizayn edilmiş bir post ile prefabrike bir post arasında seçim yaparken önemlidir. Eğer seçilen post kanalın şekline uyum gösteriyorsa daha az dentin dokusu uzaklaştırılması gerekeceğinden daha konservatif bir seçenektir. Bunun yanı sıra postun retansiyonu ve dişin kırılma dayanımı artacaktır (53).

Oval şekilli kanallara sahip dişlerde prefabrik postların kullanımı sonucu kanal duvarları ile post yüzeyi arasındaki temas çok az olur. Kalan kanal boşluğu siman tarafından doldurulur (Şekil 2.26, 2.27). Bu durum postun kaybedilme potansiyelini arttırdığı gibi restorasyonun da kaybedilmesi için öncül bir durum oluşturur. Geniş kanallara sahip dişlerde de durum benzerdir. Retansiyonu sağlamak için geniş çaplı prefabrik post seçilmesi ise kalan diş yapısını zayıflatacağı gibi perforasyon riskini de arttırır. Bu gibi durumlarda vakaya özel hazırlanan postların kullanılması önerilmiştir (144). Eğer bir kanal aşırı preparasyon gerektiriyorsa, vakaya özel hazırlanan, iyi adapte edilmiş bir post-core restorasyonu kanalın formuna uygun olmayan bir prefabrike posttan daha retantif olacaktır (53).

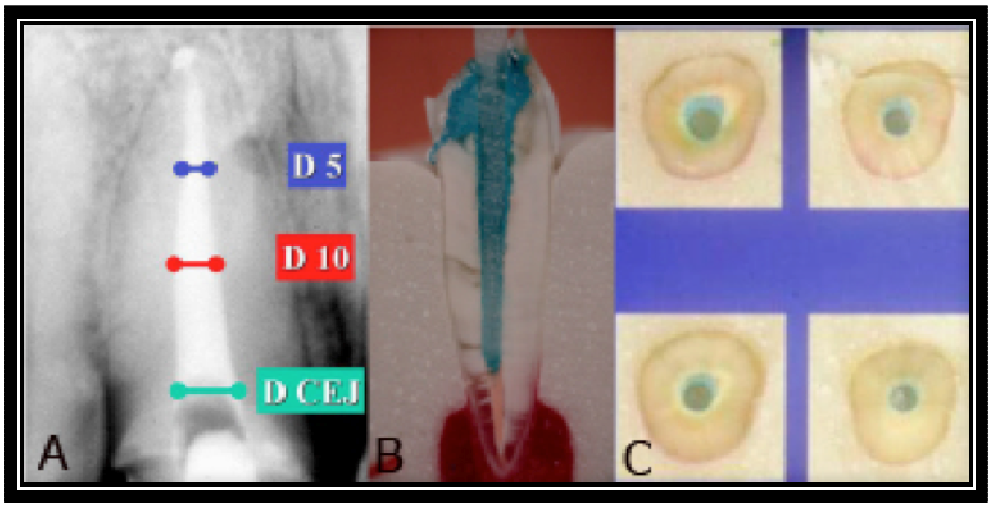


Şekil 2-26: Oval kesite sahip kök kanalında dairesel kesitli standart postun kullanımı-(36)'den

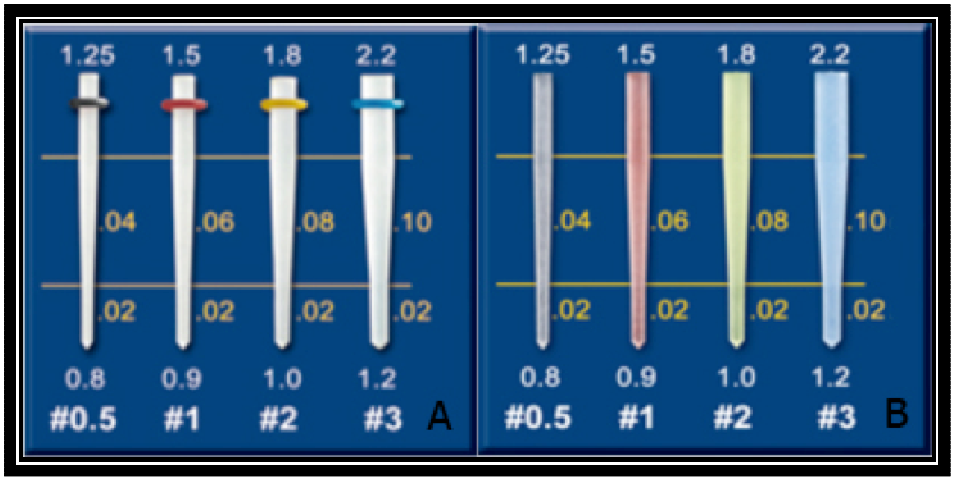


Şekil 2-27: Oval kesitli kanalda dairesel kesitli postun kullanılmasıyla postun etrafında oluşan siman tabakasının görüntüsü-(162)'den

Post ve kök kanalı arasındaki maksimum uyumu sağlayabilmek amacıyla, kuartz fiber destekli bir estetik post sistemi olan D.T Light Post siteminin (RTD) tasarımı sırasında üretici firma bir ön çalışma yaptığını bildirmektedir. Bu çalışmaya göre endodontik tedavi görmüş 967 adet çekilmiş dişin 4 farklı bölgesinde radyografik ölçümler yapmışlardır. Apeks, apeksten 5 ve 10 mm kuronalde ve mine-sement sınırında yaptıkları ölçümler ile (Şekil 2.28 A), tüm dişlerin apikal 1/3'te daha dar olan ve kuronale doğru gittikçe artan iki farklı koniklik açısına sahip oldukları sonucuna varmışlardır. Bu bilgiler ışığında üretimini yaptıkları, iki farklı koniklik açısına sahip postları, 400 adet çekilmiş dişe simante ederek, aldıkları enine ve boyuna kesitler ile post-kök kanalı uyumunu incelemişlerdir (Şekil 2.28 B,C). Diş kökleri için belirledikleri standart çap ve koniklik değerlerini kullanarak, apikal 5mm'lik alanda 2° koniklik açısına sahip olan ve kuronale doğru farklı çaplar için 4, 6, 8, 10 derece olacak şekilde koniklik açısı artan, 4 farklı çaptaki post sistemi geliştirilerek 2000 yılında kullanıma sunulmuştur (Şekil 2.29).



Şekil 2-28: D.T Light Post sisteminin gelişimi-(162)'den



Şekil 2-29: D.T Light Post sistemine ait postların çap ve koniklik özellikleri-(162)'den

2.5.3. Post için kök kanalı hazırlığında yöntemler

Post uygulanması için kök kanalının hazırlanması işlemine geçmeden önce dişlerin kök anatomileri hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Kök anatomisi dişten dişe değişkenlik göstermektedir ve bu varyasyonlar klinik rehberler ile birlikte göz önünde bulundurulmalıdır. Kökün çapının, vestibul, lingual ve meziodistal boyutlarının farklı olabileceği bilinmelidir. Kök perforasyonundan kaçınmak ve uygun post uzunluğu ve çapını belirlemek için kökün konikliği, kök kurvatürü, post boşluğu hazırlığı sırasında kuronun kök ile oluşturulduğu açı göz önünde bulundurulmalıdır. Her diş ve klinik durum kendine özgüdür ve post boşluğu hazırlığı dikkatle değerlendirilmeli ve planlanmalıdır (30, 53, 62, 78, 202, 214).

Endodontik tedavi görmüş, oval kök kanalı kesitine sahip dişlerde post boşluğu hazırlarken de kanalın formu nedeniyle bir takım sorunlarla karşılaşılmaktadır ve bu durum restorasyonun başarısını olumsuz etkilemektedir.

Diş hekimleri post boşluğu hazırlarken daha hızlı bir yöntem olması nedeniyle mekanik preperasyon tekniklerini tercih etmektedir. Ancak mekanik preparasyonda kök perforasyonu riski daha yüksektir ve apikal tıkacı bozabilmektedir. Gütaperka ısıtılmış plugger yardımı ile uzaklaştırıldığı temel metot daha güvenli olmakla birlikte daha çok zaman almaktadır. Mekanik preparasyon tercih edildiğinde, gates-glidden ve peeso frezlerinin düşük hızda kullanılmasının en güvenli yöntem olduğu bildirilmiştir (30). Perforasyon riskini azaltmak için gütaperkanın ısıtılmış plugger yardımı ile

uzaklaştırıldığı ve sonrasında bir post hazırlık frezinin kullanıldığı bir yöntem izlenmesi önerilmektedir.

Kanal duvarlarının yetersiz şekillendirilmesi ve temizlenmesi, oval kanallara sahip köklerde post boşluğu hazırlanırken de ortaya çıkan bir durumdur. Oval kanallarda, kanal formunun post formuna adapte edilmesi gerekmekte ve post boşluğu hazırlanırken, kanalın formunda değişiklikler meydana gelebilmektedir. Post boşluğu hazırlamak için kullanılan frez, kanalın içinde aktif olduğu bölümde, kanal formunun değişmesine ve sirküler bir form oluşmasına neden olarak, kanal formunu postun formuna uygun hale getirmektedir. Bu esnada sağlam diş dokusundan da kayıplar meydana gelmektedir. Bunun sonucu olarak sağlam diş dokusu feda edilmekte ve kökün direnci azalmaktadır (36).

Post boşluğunun hazırlanmasında, sıklıkla kanal dolgusu boşaltmak için kullanılan frezler kullanılmaktadır ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan smear tabakası post boşluğuna dolmaktadır (38, 177). Bu frezler oval kanallarda post boşluğuna ait tüm duvarlarla direk teması güçleştiren sirküler bir kesite sahiptir ve post boşluğunu oluşturan duvarların büyük kısmı dolgu maddesi ve debris ile kaplanmış olarak kalır. Bu durum fiber postun reçine siman ile simantasyonunda adeziv bağlantı için daha az dentin yüzeyinin açığa çıkarılmış olmasına ve postun yerinden çıkma riskinin artmasına neden olur (36).

Ultrasonik cihazların, yeterli yıkama ile birlikte kullanıldığında, post boşluğu hazırlamada başarılı olduğu bildirilmiştir (38, 178). Oval kesitli kanallarda kullanıldığında ise, ultrasonik uçların kesitinin sirküler olması nedeniyle, kök kanalı kesiti ve anatomisi göz ardı edilmektedir (36).

Yakın zamanda, oval kesite sahip deneysel bir ultrasonik uç (Ellipson tip; Satelec, Acteon Group, Merignac, France) oval kesitli kök kanallarında post boşluğu hazırlanması için önerilmiştir. Oval Ellipson ucun kullanımının kanal anatomisine uygun şekillendirilme yapılmasına imkan verdiği, oval fiber postlar veya yardımcı fiber postların kombine kullanımı (156) ile restore edilebileceği belirtilmiştir (36). Ellipson uç kullanılarak, kök kanalının oval formu korunabilmekte, uç rotasyon yapmadığı için de, etkinliğin yanı sıra, güvenli ve kontrollü olarak kullanılabilmektedir.

Yapılan bir çalışmada (36), oval kesite sahip olan Ellipson ucun, smear tabakasını kaldırmada sirküler kesitli uçlardan daha başarılı olduğu bildirilmiştir. Bunun sebebi olarak da, oval kesitinden dolayı, kanalın kesitine uygun olması ve tüm kanal duvarlarına direkt olarak temas ederek şekillendirme yapabilmesi gösterilmiştir. Oval kanal kesitinde değişikliğe neden olmamak için, kanal dolgusunun boşaltılması esnasında başka bir frez ile kombine olarak kullanılmamıştır.

2.5.4. Post-siman aralığı

Simantasyon işlemi, diş ve post arasındaki düzensizliklerin kapatılmasında önemli rol oynadığı gibi restorasyonun retansiyonunun arttırılması ve istenilen özelliklerde stres dağılımı sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Günümüzde postların retansiyonunda reçine esaslı simanların fiber postlara adezyonunun başarılı bulunduğu bildirilmektedir (53).

Reçine esaslı simanların tercih edilmelerindeki temel neden, diş dokusu-post-core ve yapıştırma simanı arasında, başarılı bir adezyonun sağlanması ile tek bir biyomekanik kompleks oluşturmak ve dentin dokusuna benzer mekanik özelliklere sahip monoblok bir restorasyon elde etmektir (22).

Amaçlanan bu yapı yeni adeziv teknikler ve materyallerin kullanılması ile güvenle sağlanabilmektedir. Tüm komponentlerin benzer fiziksel özelliklere sahip olması ve birbirlerine bağlanması ile postun kökü güçlendirip destekleyebileceği bildirilmektedir (30, 88, 148). Çalışmalarda reçine simanların kullanılmasının postun retansiyonunda artış (30, 137, 200), mikro sızıntıda azalma (116, 164) ve dişin kırılma dayanımında artışa (30) neden olduğu bildirilmiştir.

Kök dentinine olan adezyonun başarılı olması ve mikro sızıntının azaltılabilmesi için reçine simanların kullanımı sırasında bazı özelliklere dikkat edilmelidir. Öncelikle gütaperka ve kök kanal dolgusu artıkları dentin duvarlarından uzaklaştırılmalıdır (30). Fiber postların simantasyonundan önce smear tabakası ve dentin tıkaçlarının da kaldırılması gerekmektedir. Bu sayede adezivin penetre olabilmesi için çok sayıda dentin tübülü açığa çıkarılmış ve adeziv bağlantı için geniş bir dentin yüzeyi elde edilmiş olacaktır (36). Proteolitik materyal olarak kullanılan sodyum hipoklorit ile demineralize kolajen tabakasının uzaklaştırılarak, reçine simanın kanal duvarına

adezyonunun arttırıldığı belirlenmiştir (200). Bu şekilde reçine uzantıları kanal duvarı boyunca dentin tübüllerine daha iyi penetre olabilmektedir (30). Akgüngör ve Akkayan (3), adeziv bağlantının dayanıklılığının, reçine uzantılarının dentinin kolajen ağına penetre olmasıyla oluşan hibrid tabakanın kalınlığına değil, bu tabakanın mekanik özelliklerine bağlı olduğunu ve self-etch bonding sistemlerin kullanılmasının, demineralizasyon derinliği ile adeziv reçinenin penetrasyon derinliği arasında farklılık oluşmasını engellemede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, ışıkla sertleşen self-etch sistemlerin kullanılması ile yoğun ve kalın bir hibrid tabakanın elde edilebileceği bildirmişlerdir.

Diş dokusunun dayanıklılığının arttırılabilmesinde yapıştırıcı materyalinin stres iletme özelliği etkilidir (53). Elastiklik modülü yaklaşık 8 GPa olan reçine simanın dentinden ve fiber ile güçlendirilmiş kompozit postlardan daha düşüktür (41, 68, 103, 143). Çalışmalar, polimerizasyon büzülmesine karşı koymak ve sürekli bir bağlantı sağlamak için diş dokusu-reçine siman-fiber post arasındaki bağlantı kuvvetinin 20 MPa ve üzerinde olması gerektiğini bildirmektedirler (138). Reçine simanların bağlanma dayanımlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, reçine simanların dentine 20 MPa, mineye 25 MPa ve silanlanmış seramiğe 30 MPa kuvvetinde bağlantı yaptıkları sonucuna varılmıştır. Aynı çalışmada, bu değerlerin uzun dönem başarısı için yeterli oldukları bildirilmiştir (18). Postun kanala olan bağlantısının devamlılığına etki eden faktörler ise basma dayanımı, çekme dayanımı ve simanın bağlanma dayanımıdır. Siman seçimindeki diğer kriterler simann plastik deformasyon potansiyeli, mikro sızıntı ve su emme potansiyelidir (128). Yapılan bir çalışmada post-core ve diş dokusu arasındaki toplam bağlantı yüzey alanındaki artışın kuronun direncini belirgin ölçüde arttırdığı sonucuna varılmıştır (73, 85).

Postun diş dokusuna bağlanabilme kapasitesinde postun yapıldığı materyal belirleyicidir. Fiber postların retansiyonunu iyileştirmek için zirkonya postlarda olduğu gibi yüzey muamelesi gerekmemektedir. Zirkonya postlarda mikroretantif alanların oluşturulmasına rağmen, post ile reçine esaslı siman arasındaki adezyon üniform değildir. (115).

Dentin bonding ajanları, yapıştırma simanları, polimerizasyon modları gibi pek çok etken fiber ile güçlendirilmiş postların reatntif özellikleri üzerinde etkili olabilmektedir (3, 92, 97, 103, 171). Post-siman tutuculuğunda kuronal dentin ve kök

kanal dentini arasındaki değişiklikler de dikkate alınmalıdır. Kök dentinin hibrid tabaka oluşturma potansiyeli kuronal dentinden daha düşüktür. Bu nedenle uygun bonding materyalinin dikkatle kullanımı son derece önem taşımaktadır (3, 55, 92, 103,171, 197).

Valandro ve ark (197), adeziv sistem-kuron-kök dentini arasında meydana gelen başarısızlıklarda polimerizasyon stresinin önemli bir faktör olduğunu ve siman tabakası ne kadar ince olursa mikroporozite ve polimerizasyon büzülmesinin meydana gelme riskinin o kadar az olacağını bildirmişlerdir.

Post-siman ile siman-dentin ara yüzünde bağlantı kalitesine etki eden faktörler şu şekilde sıralanmıştır (72);

1. Dentin kolajen yapısı üzerinde sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit, EDTA gibi solüsyonların etkisi
2. Kök kanal dentininin nem durumu
3. Kullanılan adeziv sistemin tipi
4. Kapalı kavitelerde reçine esaslı simanlarda artan polimerizasyon stresi
5. Postların fiziksel ve kimyasal özellikleri
6. Farklı bölgelerdeki dentin tübüllerinin yoğunluğu ve oryantasyonu
7. Adeziv sistem ve reçine simanın uygulamasında kökün 1/3 kuronal, orta ve apikal bölümlerine ulaşılabilirlik

Fiber postun çevresinde aşırı kalın bir reçine siman tabakası bulunmasının, post destekli restorasyonun uzun dönem in-vivo başarısı adına istenmeyen biri durum olduğu belirtilmiştir ve postun tekrarlayan desimantasyonu ile ilişkilendirilmektedir (28, 37, 54, 56, 62). Prospektif ve retrospektif klinik çalışmalar postlar ile restore edilmiş endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda en yaygın başarısızlık türünün post-core sisteminin desimante olması olduğunu bildirmektedirler (56, 92, 197). Bazı klinik retrospektif çalışmalar postun desimante olmasının siman tabakasının kalınlığının fazla olduğu durumlarda meydana geldiğini göstermektedir (62). Araştırmacılar, siman tabakası ne kadar ince olursa, postun retantif kuvvetinin o kadar yüksek olacağı sonucuna varmışlardır (75, 197). D'Arcangelo ve ark. (41), çalışmalarında reçine siman kalınlığının fiber ile güçlendirilmiş postların retansiyonunu belirgin şekilde etkilediği sonucuna varmışlardır. En yüksek retansiyon kuvveti değerleri 0,1-0,3 mm siman

kalınlığı mevcut olduğu durumlarda elde edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, siman tabakası çok kalın veya çok ince olduğunda, postların retansiyonunun anlamlı olarak azaldığı bildirilmiştir (41).

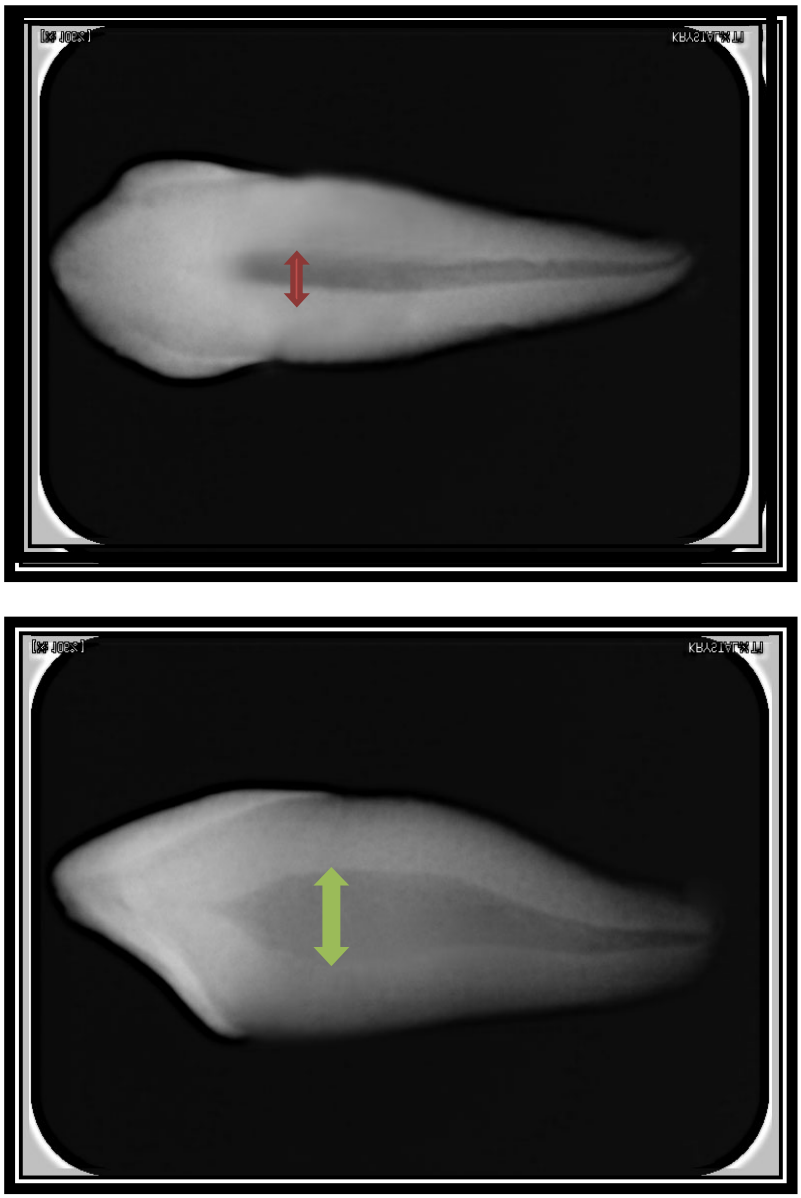
Adeziv restoratif sistemlerde kritik alan, en yüksek stres değerlerinin gözlendiği dentin-reçine siman ara yüzüdür (7, 23, 24, 55, 92, 157, 197, 200). Reçine simanın kök kanalına uygulanma yöntemi de bu ara yüzeydeki adezyonun başarısında önem taşımaktadır. Simanın bir lentülo yardımı ile kanala uygulanmasının hava kabarcığı ve boşlukların oluşumunu azaltılmasında efektif bir metot olduğu bildirilmiştir (3). Simanın post boşluğuna lentülo ile uygulanması durumunda, kanalın apikal bölümünde anaerobik ortam neticesinde simanda erken polimerizasyon meydana gelebileceğinden postun kök kanalına tam olarak yerleştirilebilmesi için hızlı davranılmalı ve postun tam olarak yerini alıp almadığı kontrol edilmelidir (41). Postların simantasyonunda kullanılmak üzere iğne biçiminde uygulama uçları geliştirilmiştir. Reçine esaslı siman bu uygulama uçları kullanılarak kök kanalına uygulandığında, siman tabakasında boşluk ve hava kabarcığı oluşumu engellenebilmektedir. Hava kabarcığı ve boşlukların oluşumu sıklıkla postlar geleneksel yöntemle simate edildiğinde meydana gelmektedir ve dentin-reçine esaslı siman ve post arasındaki adeziv bağlantının zayıflamasına neden olmaktadır (203, 204).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

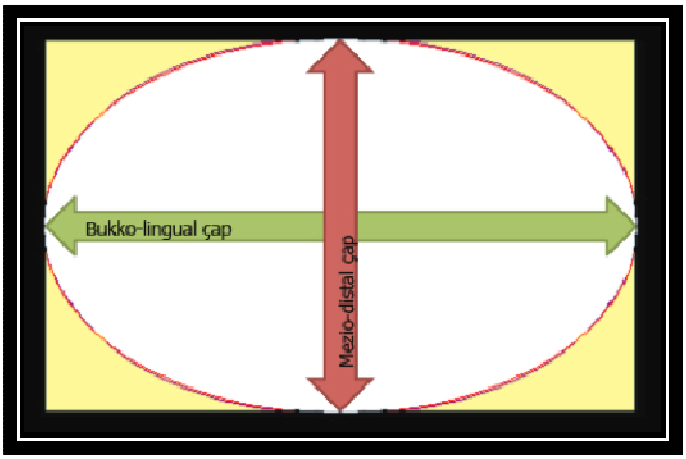
İn vitro olarak gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda, çürük, kırık, çatlak ve restorasyon bulundurmayan, daha önceden endodontik tedavi görmemiş, periodontal nedenlerle çekilmiş üst kanin dişleri kullanıldı. Çalışmamızda kullanılmak üzere, oval kök kanal kesitine sahip, benzer çap ve uzunlukta kanin dişleri seçildi. Benzer boyutlardaki diş köklerinin belirlenebilmesi amacıyla dijital bir kompas yardımı ile her dişin mezio-distal ve bukko-lingual boyutları bukkal mine-sement sınırında ölçüldü. Çalışmamızda kullanılmak üzere seçilmiş olan kanin dişlerinin, core üst yapısı oluşturulurken yeterli yüzey alanına sahip olması için, servikal bölgede minimum 5 mm çapında olmasına ve kök uzunluğunun minimum 14 mm olmasına dikkat edildi.

Oval kök kanal kesitine sahip olan kanin dişlerini belirlemek amacıyla tüm dişlerden bukko-lingual ve mezio-distal yönde dijital radyografiler çekildi (Owandy Krystal-X Easy, Owandy Digital Imaging, Amerika). Elde edilen radyografilerde, sisteme ait dijital yazılım araçlarından 'cetvel' kullanılarak, her bir kök için mine-sement sınırında bukko-lingual ve mezio-distal çap olmak üzere iki yönde kök kanalı ölçümleri yapıldı (QuickVision Software, Owandy Digital Imaging, Amerika) (Şekil 3.1, 3.2). Bukko-lingual çapın, mezio-distal çapa oranının ≥ 2 olduğu kanin dişleri oval kesitli kabul edilerek çalışmada kullanılmak üzere seçildi (211) (Şekil 3.3).

Seçilen 80 adet kanin dişinin kök yüzeylerindeki debris ve doku artıkları ultrasonik scaler (Mini Piezon, EMS, Nyon, İsviçre) yardımıyla temizlendi ve dişler oda sıcaklığında, fizyolojik serum içinde, ağzı kapalı kaplarda muhafaza edildi.



Şekil 3-1: Oval kök kanalına sahip kanin dişinin radyografik görüntüsü



Şekil 3-2: Oval kök kanal kesitinin şematik görünümü

Şekil 3-3: Seçilen örnek kanin dişi

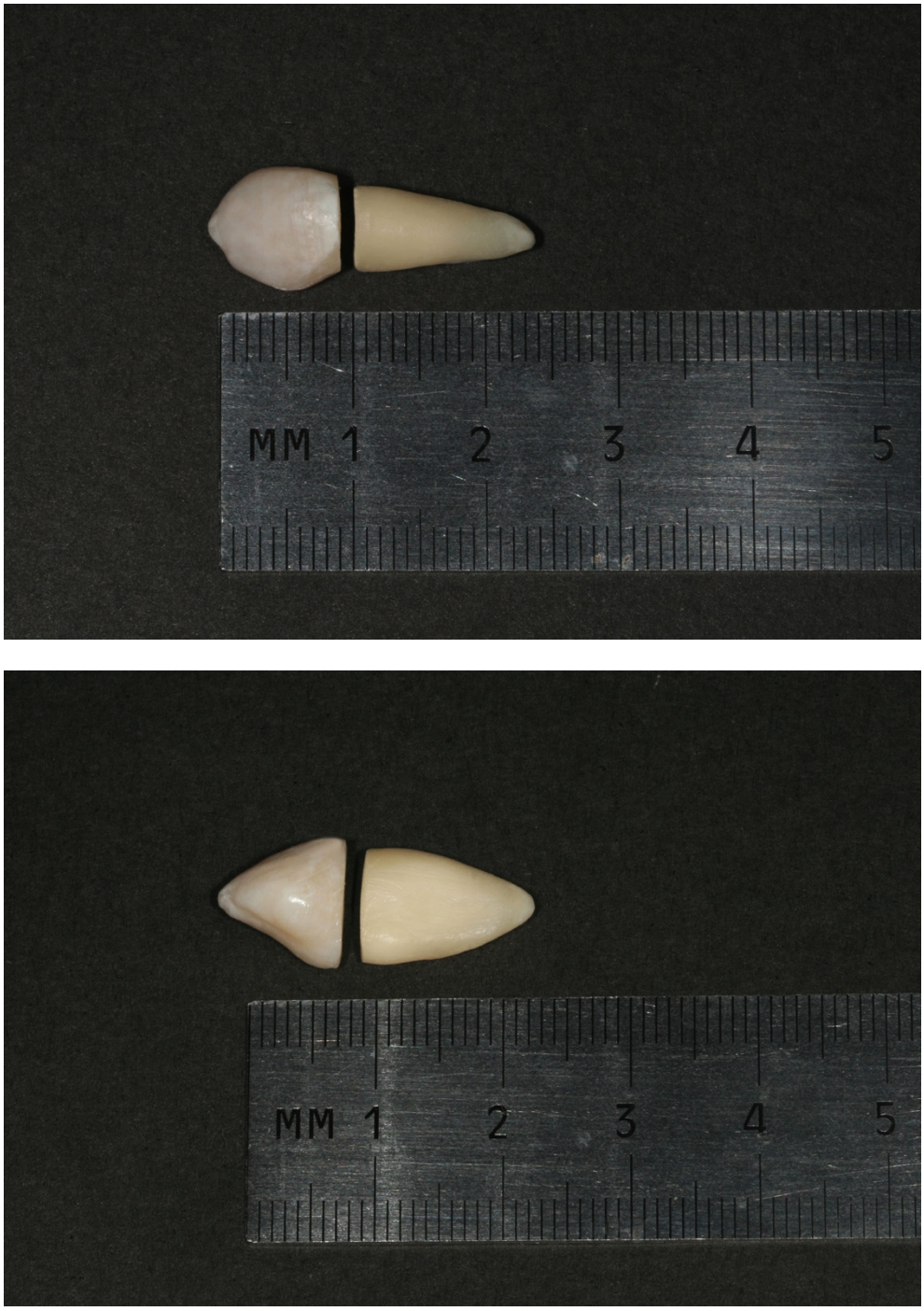
A. Vestibülden görünüm B. Proksimalden görünüm

3.1. Deney örneklerinin hazırlanması

3.1.1. Diş köklerinin ve kök kanallarının hazırlanması

80 adet kanin dişi 40'ar dişten oluşan iki ana gruba ayrıldı. Ferrule oluşturulmayan gruplar için (n=40), dişler bukkal mine-sement sınırından, uzun eksene dik olacak şekilde, dakikada 390.000 rpm devirle dönen aerator (Alegra, W&H, Bürmoos, Avusturya) ucuna takılan elmas frez (**S6882**.314.014, Komet USA LLC, Rock Hill, York, Amerika) yardımı ile su soğutması altında kesilerek, kuron kısımları ayrıldı (Şekil 3.4). Ferrule oluşturulan gruplar ise bukkal mine-sement sınırının 2 mm kuronalinden kesilerek hazırlandı. Mine-sement sınırının üzerinde kalan 2 mm'lik dikey dentin yüksekliği ferrule oluşturmak için kullanıldı.

Pulpa dokusu tirnerf (Anteos, VDW GmbH, München, Almanya) kullanılarak çıkarıldı. Kök kanallarının genişletilmesi ve şekillendirilmesi step-back tekniği kullanılarak standart #40 no'lu kanal eğesine (K-Flexofile, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kadar fizyolojik apikal foramenin 1 mm gerisinde tamamlandı. Kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında kanallar %5 NaOCl ile ve şekillendirme işlemi tamamlandıktan fizyolojik serum ile yıkanarak debris uzaklaştırıldı. Kanalların basınçlı hava yardımı ile kurutulmasını takiben paper point (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak kurulama işlemi tamamlandı.



Şekil 3-4: Kuronun uzun eksene dik olacak şekilde kökten ayrılması

A. Vestibülden görünüm B. Proksimalden görünüm

3.1.2. Kök kanallarının doldurulması

Çalışmamızda öjenol içermeyen kanal dolgu materyali (AH 26, Dentsply De Trey, Konstanz, Almanya) üretici firmanın talimatları doğrultusunda hazırlandı ve #30 numaralı kanal eğesi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile kanal duvarlarına uygulandı. Çalışma boyundaki ana kon (Gutta-Percha Points, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) 1/3 apikal kısmı kanal patına bulanarak kök kanalına yerleştirildi ve kök kanalı lateral kondansasyon tekniğiyle, çalışma boyundan 1 mm kısa gütaperkalar ile spreader yardımıyla dolduruldu. Gütaperka fazlalıkları ısıtılmış endodontik plugger kullanılarak kesildi. Kanal ağızları geçici dolgu materyali ile kapatıldı (Cavit G, 3M ESPE, St Paul, Amerika) ve kanal dolgu patının sertleşmesinin beklenmesi amacıyla fizyolojik serum içinde muhafaza edildi.

3.1.3. Kök kanal dolgusunun boşaltılması

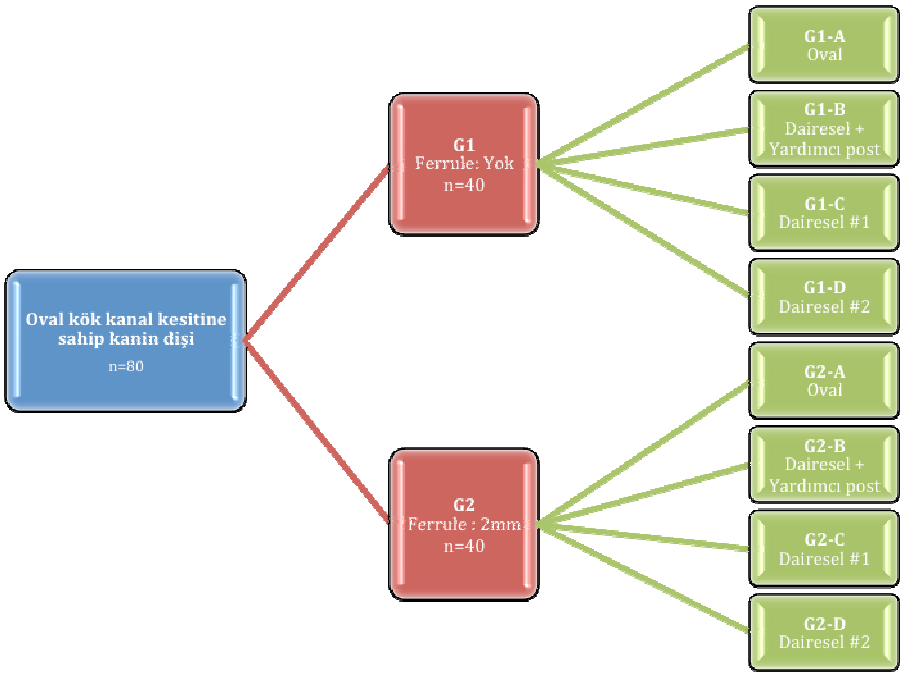
Kök kanal dolgusu, kanal dolgu patının sertleşmesi için gereken 24 saatin sonunda, endodontik plugger yardımı ile kanaldan uzaklaştırıldı. Çalışmamızda kullanılacak olan postların kanal içindeki uzunluğunun 8 mm olmasına, apikalde 4 mm güta-perka tıkacı bırakılmasına ve postların kuronal uzantısının 4 mm de sabit tutulmasına karar verildi. Ferrule oluşturulmayan gruplar için 8mm, ferrule oluşturulan gruplar için 10 mm derinliğinde kök kanal dolgusu boşaltıldı. Kanal hazırlığının tamamlanmasını takiben kök kanalları önce %5'lik NaOCl solüsyonu ve sonra fizyolojik serum ile 1 dk boyunca yıkandı.

3.2. Deney gruplarının oluşturulması

Farklı ferrule uzunluklarının oluşturulabilmesi amacıyla her biri 40 örnek içeren iki ana gruba ayrılmış bulunan (G1, G2; n=40), kanin dişleri, 4 farklı post sisteminin uygulanabilmesi amacıyla rastlantısal olarak her biri 10 adet dişten oluşan 4 alt gruba daha ayrıldı. Oluşturulan deney grupları ile grup isimleri Tablo 3.1'de ve Şekil 3.5'te, çalışmamızda kullanılan materyaller Tablo 3.2'de, çalışmamızda kullanılan cihazlar Tablo 3.3'te görülmektedir.

Tablo 3-1: Deney gruplarının oluşturulması

Grup İsmi	Grup Kısa Tanımı	Ferrule Uzunluğu	Post Tipi	Üretici Firma
G1-A	Oval	0mm	Ellipson Post	Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa
G2-A	Oval	2mm	Ellipson Post	Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa
G1-B	Dairesel + Yardımcı post	0mm	DT Light Post ve Fibercone	Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa
G2-B	Dairesel + Yardımcı post	2mm	DT Light Post ve Fibercone	Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa
G1-C	Dairesel 1	0mm	RelyX Fiber Post #1	3M ESPE, Seefeld, Almanya
G2-C	Dairesel 1	2mm	RelyX Fiber Post #1	3M ESPE, Seefeld, Almanya
G1-D	Dairesel 2	0mm	RelyX Fiber Post #2	3M ESPE, Seefeld, Almanya
G2-D	Dairesel 2	2mm	RelyX Fiber Post #2	3M ESPE, Seefeld, Almanya



Şekil 3-5: Deney gruplarının oluşturulması

Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan materyaller

Marka	Üretici Firma	Materyalin Tipi	Materyal İçeriği
Ellipson Post	Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa	Translusent kuartz fiber post	Kuartz fiber >60%, Epoksi reçine matriks 40%
D.T Light Post Illusion X-RO	Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa	Translusent kuartz fiber post	Kuartz fiber >60%, Epoksi reçine matriks 40%
Fibercone	Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa	Translusent kuartz fiber yardımcı post	Kuartz fiber >60%, Epoksi reçine matriks 40%
RelyX Fiberpost #1	3M ESPE Seefeld, Almanya	Translusent cam fiber post	Cam fiber 60-70%, Reçine matriks 30-40%
RelyX Fiberpost #2	3M ESPE Seefeld, Almanya	Translusent cam fiber post	Cam fiber 60-70%, Reçine matriks 30-40%
Clearfil SA Cement	Kuraray Co Ltd, Osaka, Japonya	Self-adeziv, dual polimerize olan, reçine esaslı siman	MDP, Bis-GMA, TEG-DMA hidrofobik aromatik dimetakrilat, Silanlanmış baryum cam doldurucu, silanlanmış kolloidal silika, benzoil peroksit, dl-Kamforokinon, hidrofobik alifatik dimetakrilat, sodyum florid
Clearfil DC Bond	Kuraray Co Ltd, Osaka, Japonya	Dual polimerize olan, iki komponentli, tek aşamalı adeziv sistem	10-MDP, Bis-GMA, HEMA, Hidrofobik dimetakrilat, dl-Kamforokinon, etil alkol, su, silanlanmış kolloidal silika, benzoil peroksit
Clearfil DC Core	Kuraray Co Ltd, Osaka, Japonya	Dual polimerize olan core materyali	TEG-DMA, Bis-GMA, benzoil peroksit, dl-Kamforokinon, silanlanmış cam & silika, hidrofobik aromatik dimetakrilat
Clearfil Ceramic Primer	Kuraray Co Ltd, Osaka, Japonya	Silan bağlayıcı ajan	3-metakriloksi propil trimetoksi silan, 10-MDP, etanol
Cercon Wax	DeguDent GmbH, Hanau-Wolfgang / Almanya	Frezelenebilir altyapı modelaj mumu	Reçine-stabilize mum
IPS e.max Press	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein	Lityum disilikat esaslı seramik ingot	> 57 % SiO_2, Li_2O, K_2O, P_2O_5, ZrO_2, ZnO, Al_2O_3, MgO, pigmentler

Tablo 3-3: Çalışmada kullanılan cihazlar

Cihaz	Ürün ve Üretici Firma
Dijital RVG Cihazı	Owandy Krystal-X Easy, Owandy Digital Imaging, Amerika
Ultrasonik Şekillendirme Cihazı	Suprasson P5 Newtron, Satelec, Acteon Group, Merignac, Fransa
LED Işık Cihazı	Hilux LED 550, Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye
CAD/CAM Cihazı	Cercon Smart Ceramics, DeguDent GmbH, Hanau-Wolfgang, Almanya
Üniversal Test Cihazı	Autograph AG-IS, Shimadzu, Tokyo, Japonya

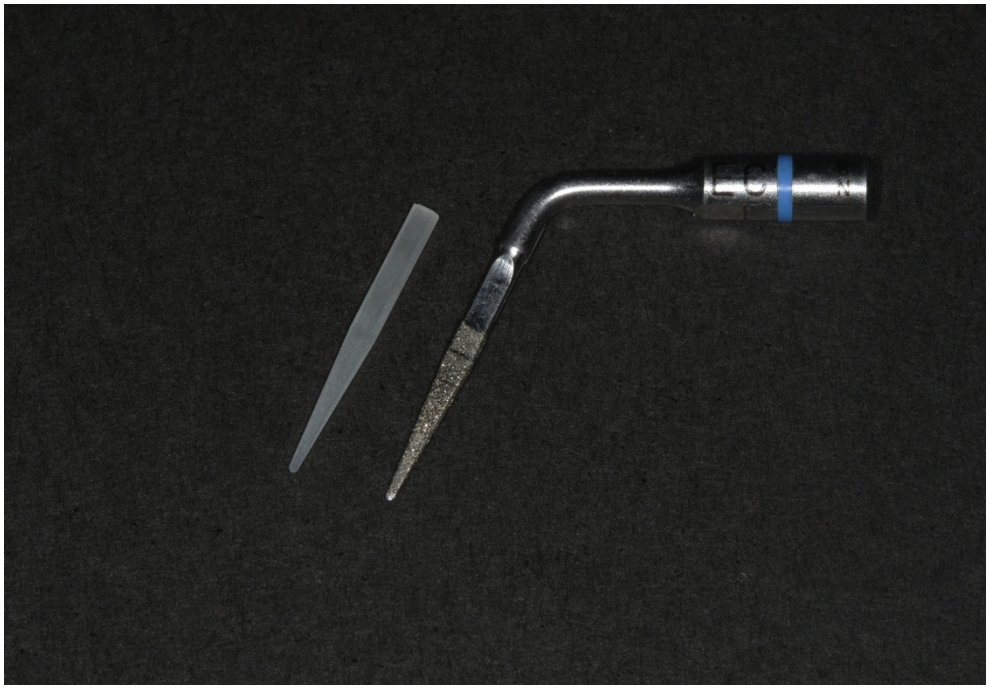
3.3. Post sistemleri için kök kanallarının hazırlanması

Tüm örnekler için post boşlukları, sistemlerin kendine özgü frezi ile üreticinin talimatları doğrultusunda hazırlandı. Apikalde 4 mm güta-perka tıkacı bırakıldı. Post boşluklarının standart derinlikte olması amacıyla silikon stoperler kullanıldı. Freze takılan stoper yardımı ile ferrule oluşturulmayan gruplarda 8mm, ferrule oluşturulan gruplar için ise 10 mm derinliğinde post boşlukları hazırlandı.

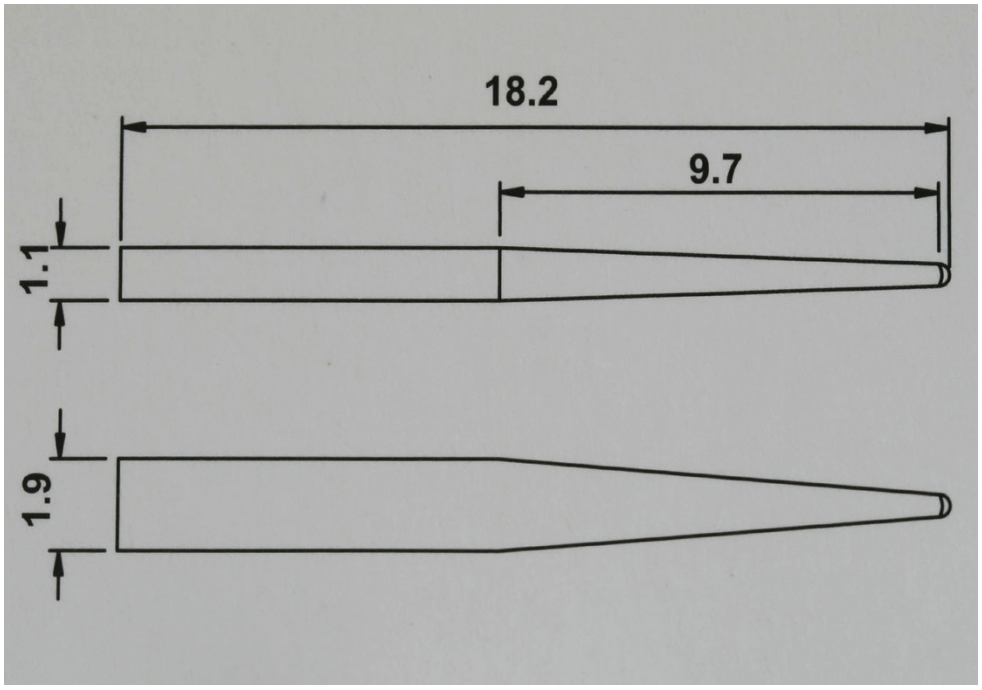
3.3.1. Ellipson sistemi için kök kanallarının hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında üretici firma tarafından tek boy olarak hazırlanmış bulunan, 18.2 mm uzunluğunda ve kuronalde dar çapı 0.9mm, geniş çapı 1.1 mm boyutlarında olan, oval kesite sahip kuartz fiber ile güçlendirilmiş post kullanıldı (Ellipson Posts; Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa) (Şekil 3.6, 3.7, 3.8). G1-A ve G2-A grupları için toplam 20 adet post boşluğu hazırlandı. Sisteme ait oval kesitli özel ultrasonik uç (Ellipson Tip; Satelec, Acteon Group, Merignac, Fransa), yine aynı firmanın üretmiş olduğu ultrasonik cihazın (Suprasson P5 Newtron, Satelec, Acteon Group, Merignac, Fransa) ucuna takılarak su soğutması altında kök kanallarının hazırlığı tamamlandı (Şekil 3.9, 3.10). İşlem sonrasında kök kanalları %5'lik NaOCl solüsyonu ile 1 dk boyunca yıkandı ve fizyolojik serum ile yıkanarak artık maddelerin uzaklaştırılması sağlandı. Kök kanalları paper point ile kurulandı.

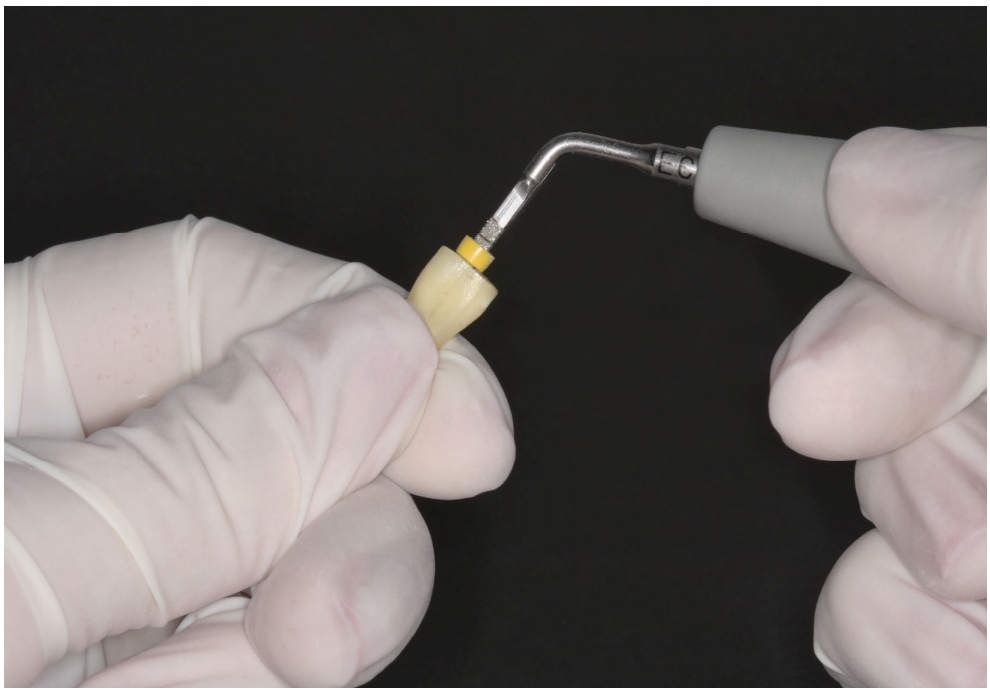
Şekil 3-6: Ellipson Post set örneği



Şekil 3-7: Ellipson Post ve Ellipson Tip



Şekil 3-8: Oval kesitli Ellipson Post'a ait boyutsal özellikler



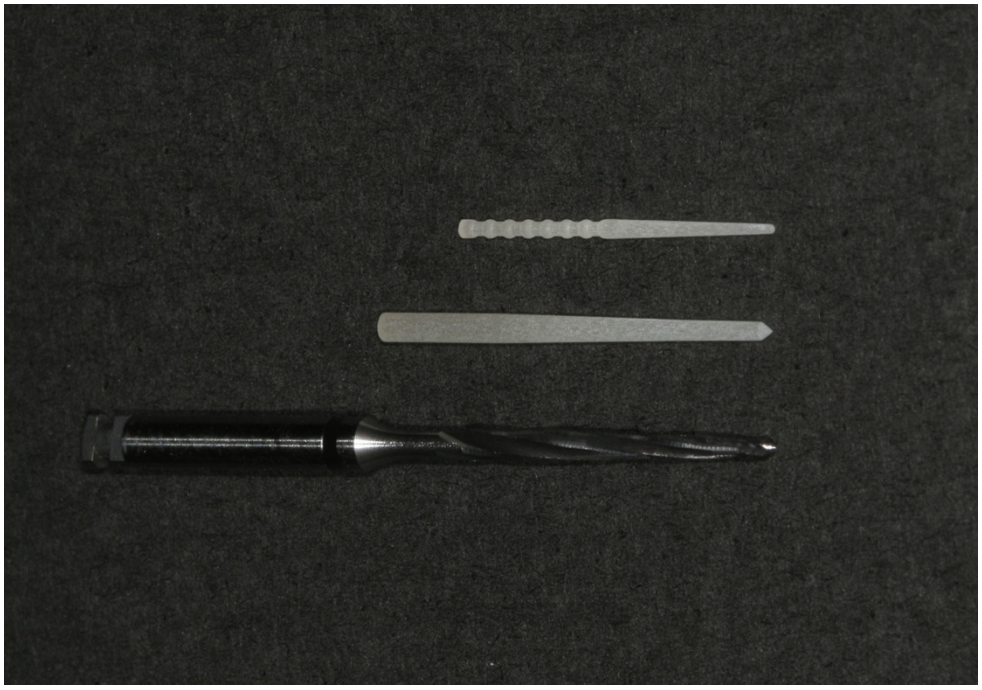
Şekil 3-9: Ellipson Post uygulaması için kök kanallarının hazırlanması

Şekil 3-10: Sisteme ait oval kesitli özel ultrasonik uç ve cihaz

3.3.2. D.T Light Post Illusion X-RO ve Fibercone sistemi için kök kanallarının hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında üretici firmanın alt çapı 0,8 mm, üst çapı 1,25 mm olan 20 mm boyunda hazırladığı dairesel formdaki #0,5 no'lu kuartz fiber ile güçlendirilmiş postu (DT Light-Post Illusion X-RO, Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa), yine aynı firmanın üretmekte olduğu yardımcı postlar (Fibercone, Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa) ile birlikte kullanıldı (Şekil 3.11, 3.12). G1-B ve G2-B grupları için toplam 20 adet post boşluğu hazırlandı. Sisteme ait #0,5 no'lu frez ile kanal hazırlığı tamamlandı (Şekil 3.13). Kanal hazırlığının tamamlanmasını takiben kök kanalları 1 dk boyunca %5'lik NaOCl solüsyonu ile ve sonrasında fizyolojik serum ile yıkandı. Paper point kullanılarak kanalların kurulanması tamamlandı. Oval kök kanal kesitine sahip olan kanin dişlerinde, ana postun yerleştirilmesinden sonra boş kalan alanların desteklenmesi amacıyla 1 adet yardımcı post ana postun yanına simante edilerek kullanıldı.

Şekil 3-11: DT Light Post Illusion X-RO ve Fibercone set örneği



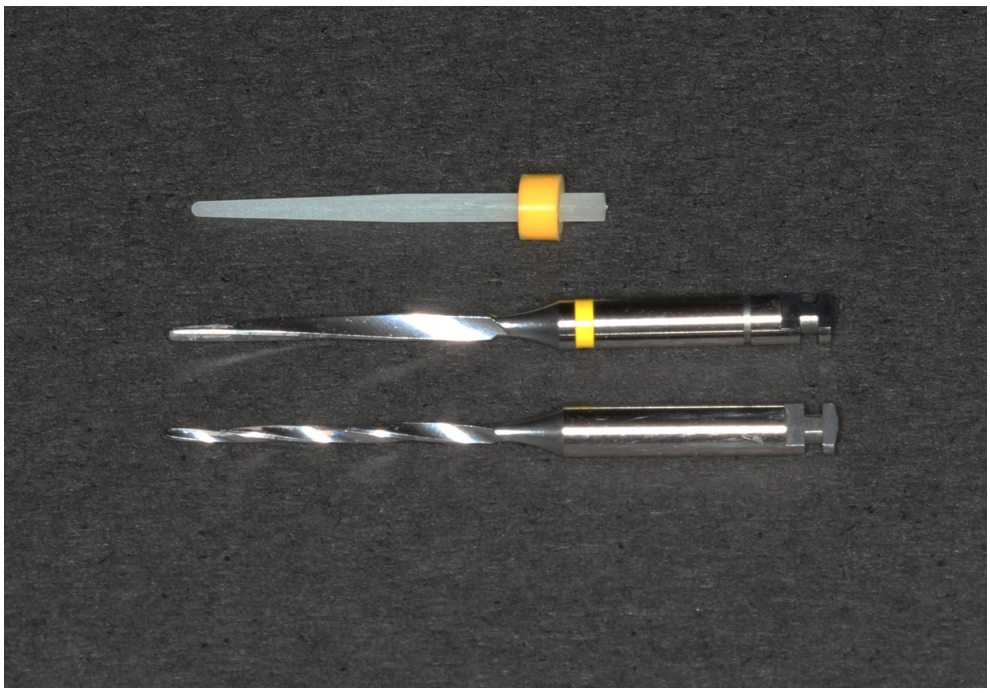
Şekil 3-12: DT Light Post Illusion X-RO, Fibercone ve sisteme özgü frez

Şekil 3-13: DT Light Post Illusion X-RO ve Fibercone uygulaması için kök kanallarının hazırlanması

3.3.3. RelyX Fiber Post #1 sistemi için kök kanallarının hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında üretici firmanın alt çapı 0.7 mm ve üst çapı 1.3 mm olan 20 mm boyunda hazırladığı dairesel formda #1 no'lu cam fiber ile güçlendirilmiş postu (RelyX Fiber Post, #1, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) kullanıldı (Şekil 3.14, 3.15). G1-C ve G2-C grupları için toplam 20 adet post boşluğu hazırlandı. Setin içinde bulunan ön hazırlık frezi ile kanal içinde preparasyon derinliği belirlendi ve sisteme ait #1 no'lu frez ile post boşluğunun hazırlanması tamamlandı (Şekil 3.16). İşlemin sonunda kök kanalının %5'lik NaOCl solüsyonuyla 1 dk süre ile yıkanmasını takiben kök kanalı fizyolojik serum ile yıkanarak post boşluğundan artık maddeler uzaklaştırıldı ve kanallar paper point ile kurulandı.

Şekil 3-14: RelyX Fiber Post #1 için set örneği



Şekil 3-15: RelyX Fiber Post #1 ve sırasıyla kullanılan frezler

Şekil 3-16: RelyX Fiber Post #1 uygulaması için kök kanallarının hazırlanması

3.3.4. RelyX Fiber Post #2 sistemi için kök kanallarının hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında üretici firmanın alt çapı 0.8 mm ve üst çapı 1.6 mm olan 20 mm boyunda hazırladığı dairesel formda #2 no'lu cam fiber ile güçlendirilmiş postu (RelyX Fiber Post, #2, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) kullanıldı (Şekil 3.17, 3.18). G1-D ve G2-D grupları için toplam 20 adet post boşluğu hazırlandı. Setin içinde bulunan ön hazırlık frezi ile kanal içinde preparasyon derinliği belirlendi. Sisteme ait #1no'lu frez ile kanal hazırlığı yapılmasını takiben #2 no'lu frezin kullanılması ile post boşluğunun hazırlanması tamamlandı (Şekil 3.19). İşlemin sonunda %5'lik NaOCl solüsyonu ile 1 dk süre ile ve sonrasında fizyolojik serum ile kök kanalları yıkandı ve kanallar paper point yardımıyla kurulandı.

Şekil 3-17: RelyX Fiber Post #2 için set örneği

Şekil 3-18: RelyX Fiber Post #2 ve sırasıyla kullanılan frezler

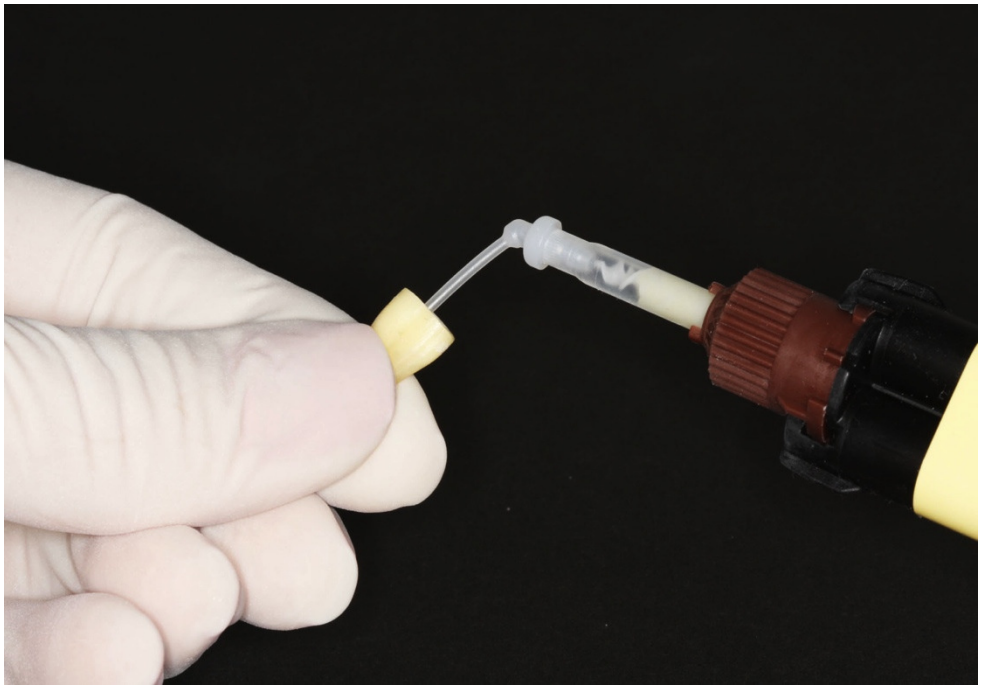
Şekil 3-19: RelyX Fiber Post #2 uygulaması için kök kanallarının hazırlanması

3.4. Postların kök kanallarına simantasyonu

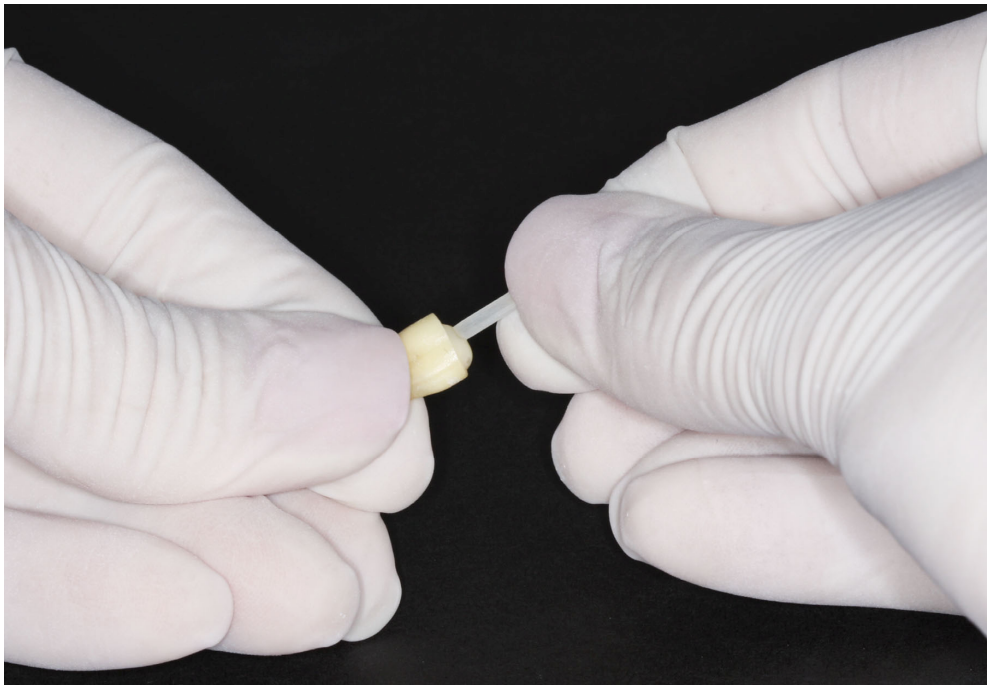
Kök kanal hazırlıkları tamamlandıktan sonra, üretici firmanın önerileri doğrultusunda, her freze karşılık gelecek olan postun kök kanalına uyumu kontrol edildi. Simantasyon işlemine geçmeden önce, postların kök kanalında tam yerini aldığını kontrol etmek amacıyla, her postun simante edileceği derinlik kurşun kalemle postun üzerine işaretlendi. Tüm örneklerin uyumunun kontrol edilmesini takiben simantasyon işlemine geçildi.

Postların simantasyonunda self-adeziv bir reçine siman olan Clearfil SA Cement (Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya) kullanıldı (Şekil 3.20). Adeziv reçine siman, artık maddeler ve debristen temizlenip kurutulmuş olan kök kanallarına, post simantasyonu için tasarlanmış olan ve otomiks şırınganın ucuna takılarak kullanılan endodontik uçlar (Clearfil SA Cement Endo Tip, Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya) yardımı ile, uygulandı (Şekil 3.21). Her bir post, post üzerinde işaretlenen derinliğe kadar kök kanalına yerleştiği kontrol edildikten sonra, parmak basıncı ile stabilize edildi (Şekil 3.22, 3.23). Taşan fazla siman derhal küçük bir fırça ile temizlendi (Şekil 3.24). Reçine siman, ışık cihazının (Hilux LED 550, Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) uç kısmı postun kuronal ucu ile temasta olacak şekilde 40 sn süreyle polimerize edildi (Şekil 3.25).

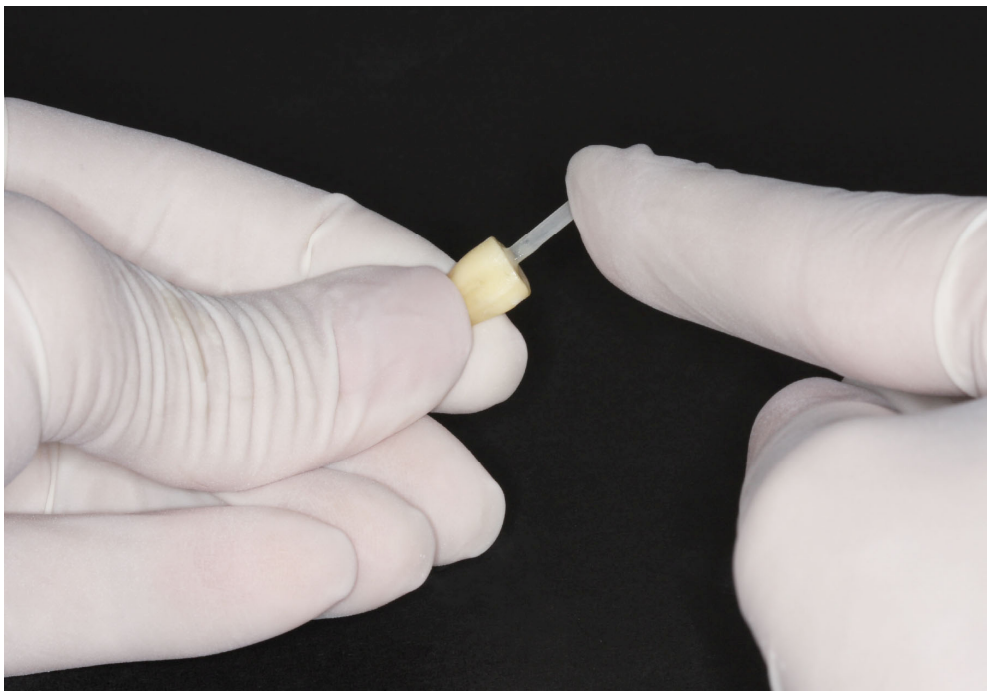
Şekil 3-20: Postların simantasyonunda kullanlan Clearfil SA Cement ve Endodontik uygulama ucu



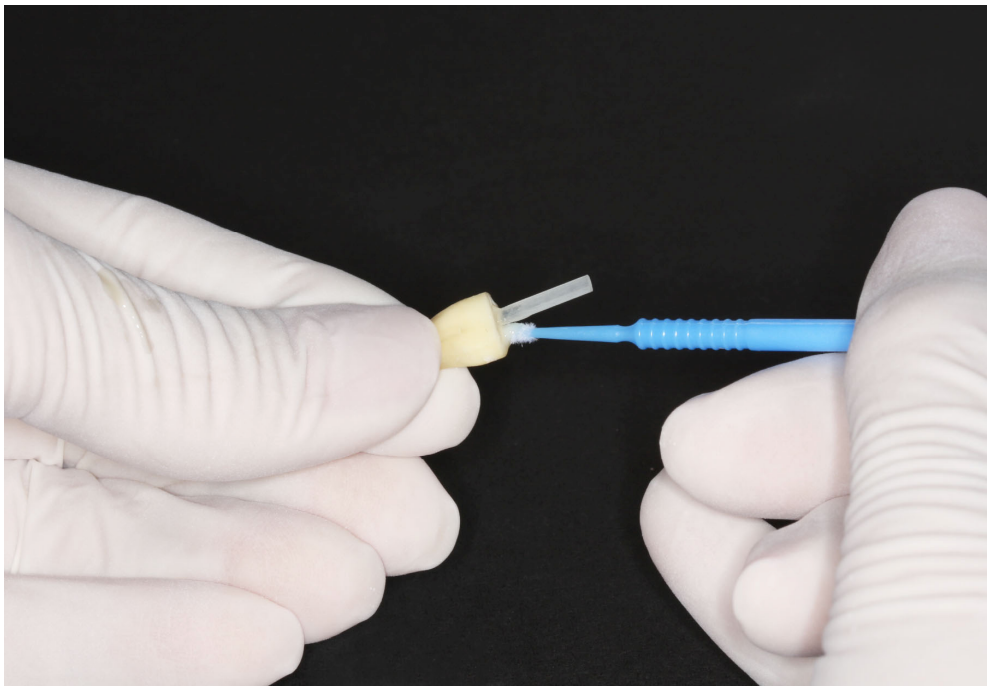
Şekil 3-21: Clearfil SA Cement'in endodontik uç ile post boşluğuna uygulanması



Şekil 3-22: Postun kök kanalına yerleştirilmesi



Şekil 3-23: Postun stabilizasyonu için parmak basıncı uygulanması



Şekil 3-24: Taşan fazla simanın temizlenmesi

Şekil 3-25: Simanın polimerizasyonu için ışık uygulanması

3.5. Dişlerin akrilik bloklara gömülmesi

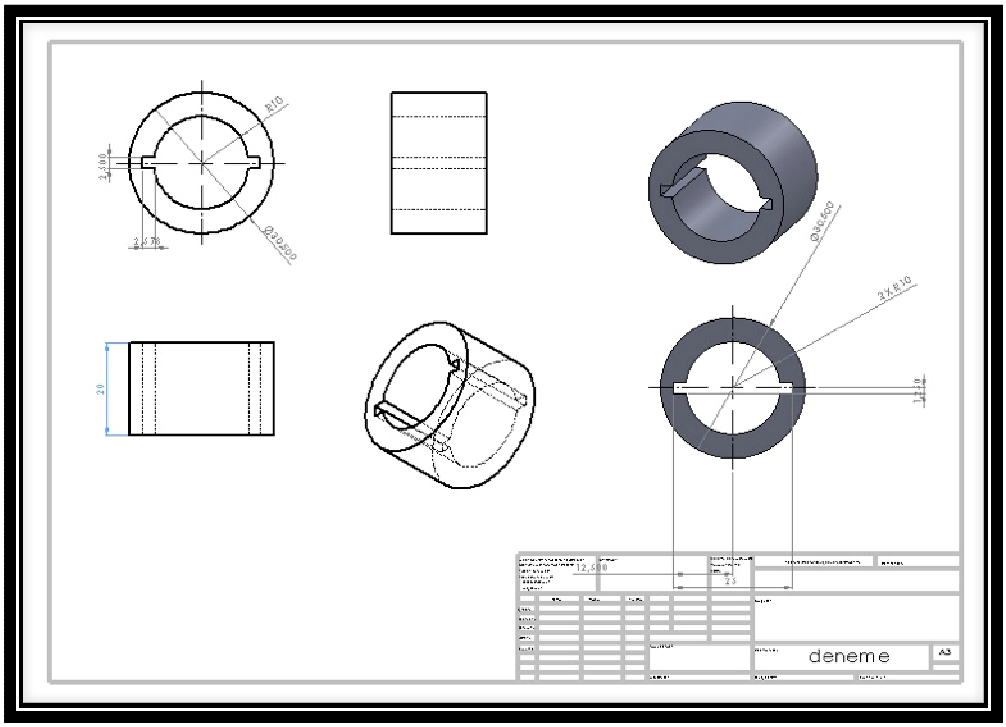
Postların simate edildiği kökler, baskı dayanımı testi uygulanabilmesi amacıyla akrilik reçine bloklara gömüldü.

Akrilik reçine blokların boyutlarının aynı olması amacıyla, iç çapı 2 cm, yüksekliği 2 cm ve kalınlığı 5 mm olan halka şeklinde özel metal kalıplar 3 boyutlu tasarım programı (Solidwoks 2009, Dassault Systemes SolidWorks Corp., Concord, Massachusetts, USA) ile tasarlanarak aluminyum alaşımından üretildi. Silindir metal halkaların tasarımı sırasında iç yüzeylerinin her iki duvarında 2,5 mm genişlik, 2,5 mm derinlik ve 2 cm yüksekliğinde dik açılı yivler oluşturuldu (Şekil 3.26, 3.27).

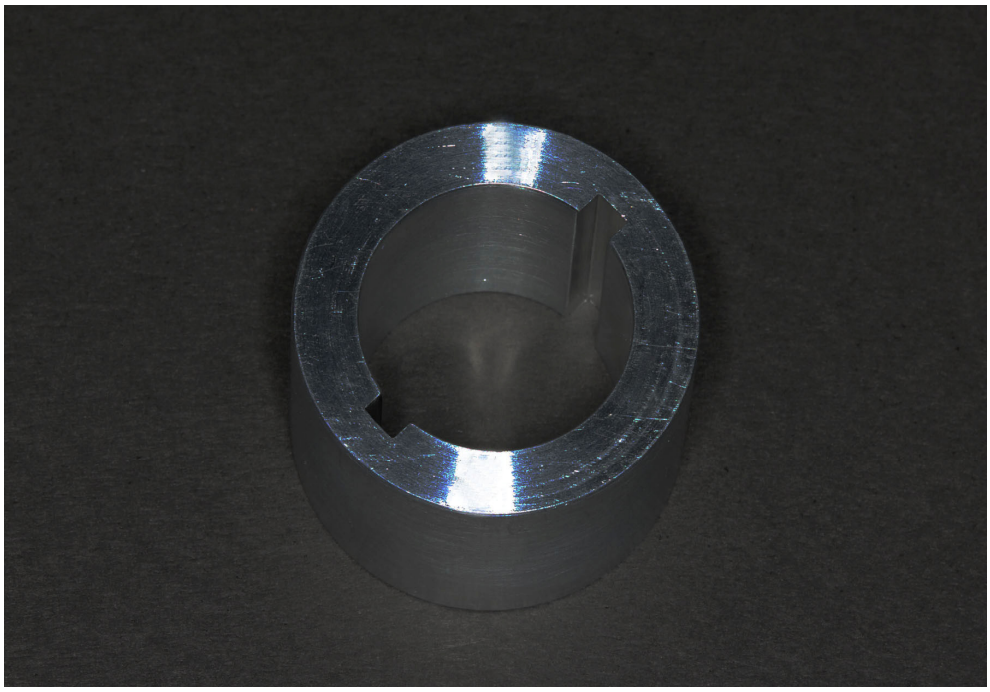
Post simante edilmiş olan her bir kök, sıra ile postun en kuronal ucundan fiksatörün dikey çubuğuna sirkolan mum ile sabitlendi. Halka şeklindeki metal kalıpların içi yüzeyleri likit vazelin ile izole edildi. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda likiti ile karıştırılan toz formundaki akrilik polimer (Mega DUR, Megadental GmbH, Budingen, Almanya) akışkan kıvamda iken metal halkaların içine dolduruldu. Fiksatörün dikey çubuğunun aşağı yönde hareket ettirilmesi ile tüm

örnekler bukkal mine-sement sınırının 2 mm apikalinde işaretlenmiş bulunan seviyeye kadar akrilik reçineye gömüldü (Şekil 3.28, 3.29). Akrilik reçinenin sertleşmesini takiben bloklar metal kalıplardan ayırıldı. Bu yöntem ile, her örneğin yer düzlemine dik olacak şekilde ve metal kalıpların tam ortasında konumlandırılması sağlandı.

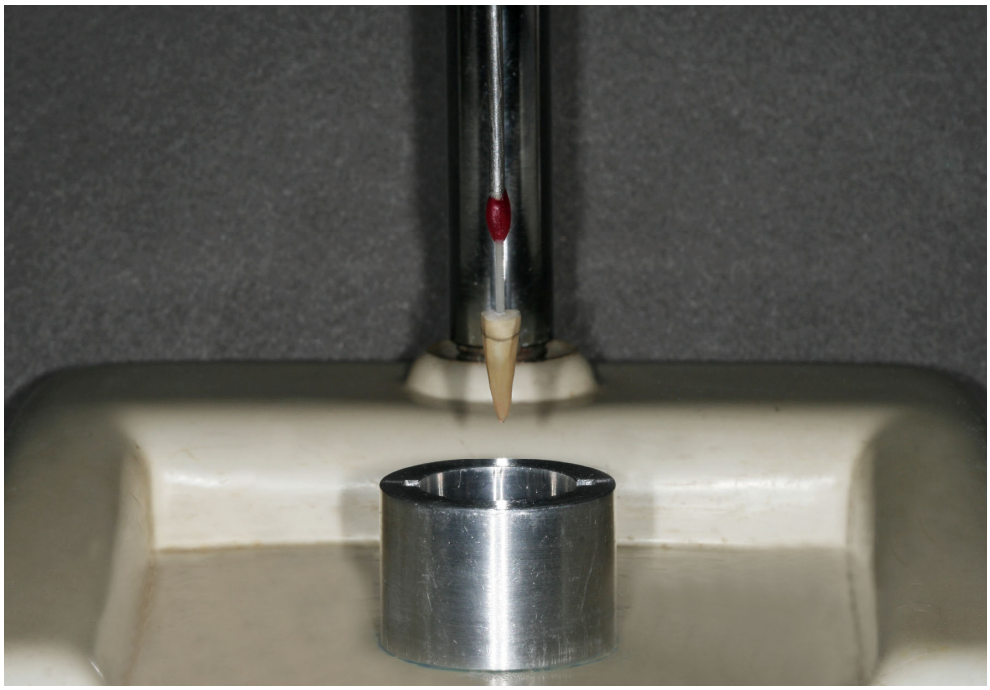
Bu yöntemle 80 adet örnek akrilik reçine bloklara gömüldü. Şekil 3.30 ile 3.33 arasında ferrule oluşturmayan 4 deney grubuna ait fotoğraflar görülmektedir (Şekil 3.30, 3.31, 3.32, 3.33).



Şekil 3-26: Akrilik blokların standardizasyonunda kullanılan özel metal kalıbın teknik çizimi

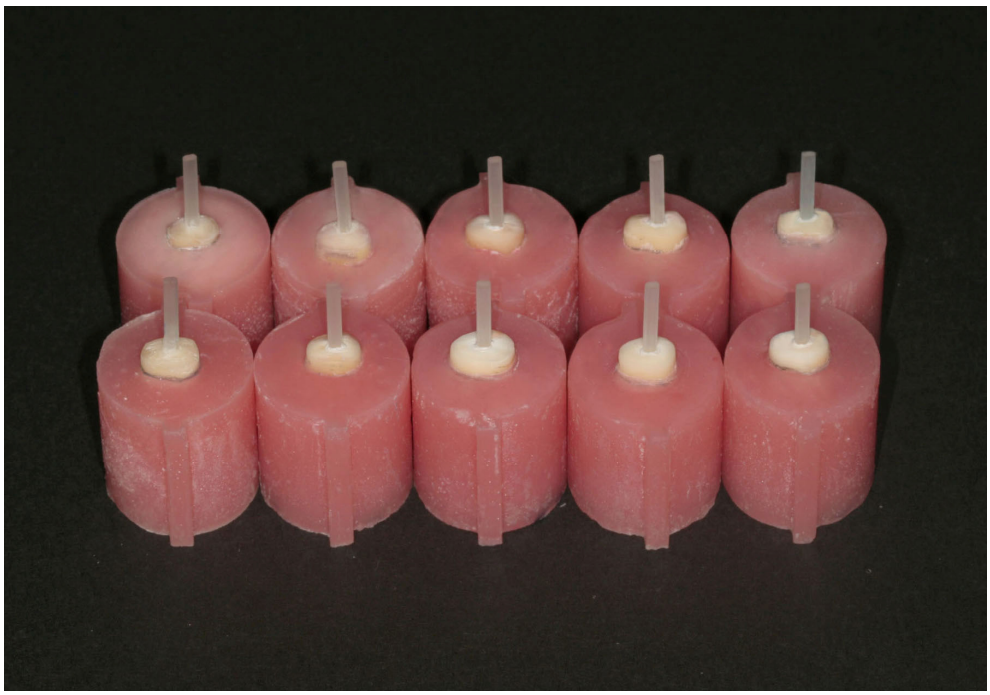


Şekil 3-27: Akrilik blokların standardizasyonu için üretilen özel metal kalıp



Şekil 3-28: Örneklerin fiksatör ile metal kalıbın ortasında konumlandırılması

Şekil 3-29: Örneklerin fiksatör ile mine-sement sınırının 2mm altına kadar akriliğe gömülmesi



Şekil 3-30: G1-A grubuna ait deney örnekleri

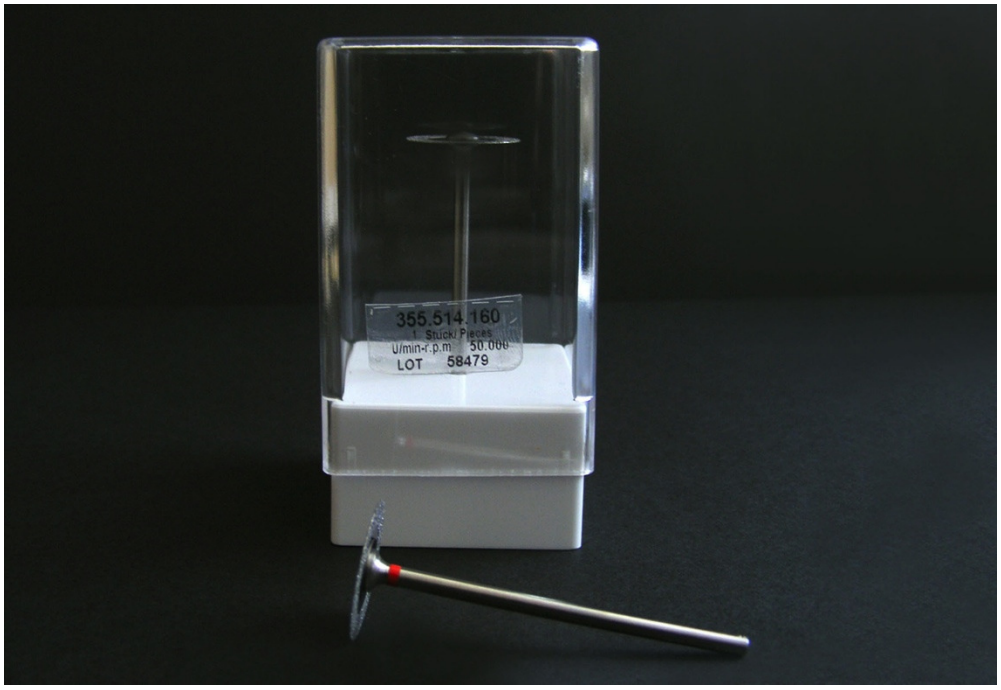
Şekil 3-31: G1-B grubuna ait deney örnekleri

Şekil 3-32: G1-C grubuna ait deney örnekleri

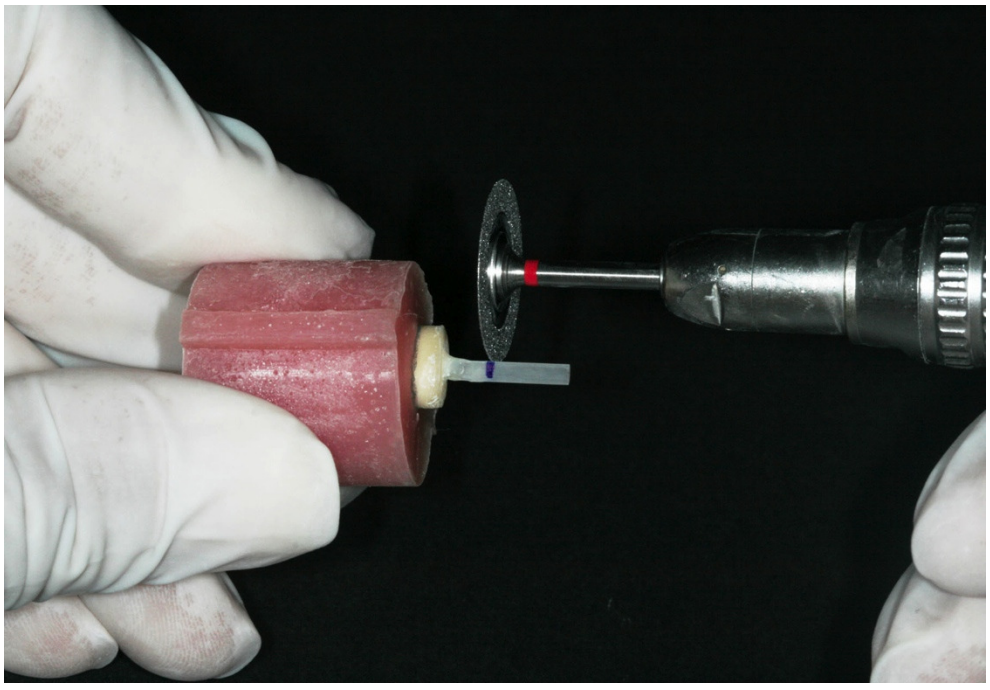
Şekil 3-33: G1-D grubuna ait deney örnekleri

3.6. Postların kuronal uzantılarının kesilmesi

Tüm deney gruplarında postların kuronal uzantılarının kesilmesi amacıyla her bir post, bukkal mine-sement sınırının 4 mm kuronalinden işaretlenerek, fiber ile güçlendirilmiş postların kesilmesi için özel olarak üretilen elmas separe (Recherches Techniques Dentaires, St. Egreve, Fransa) (Şekil 3.34) yardımı ile kesilerek kısaltıldı (Şekil 3.35).



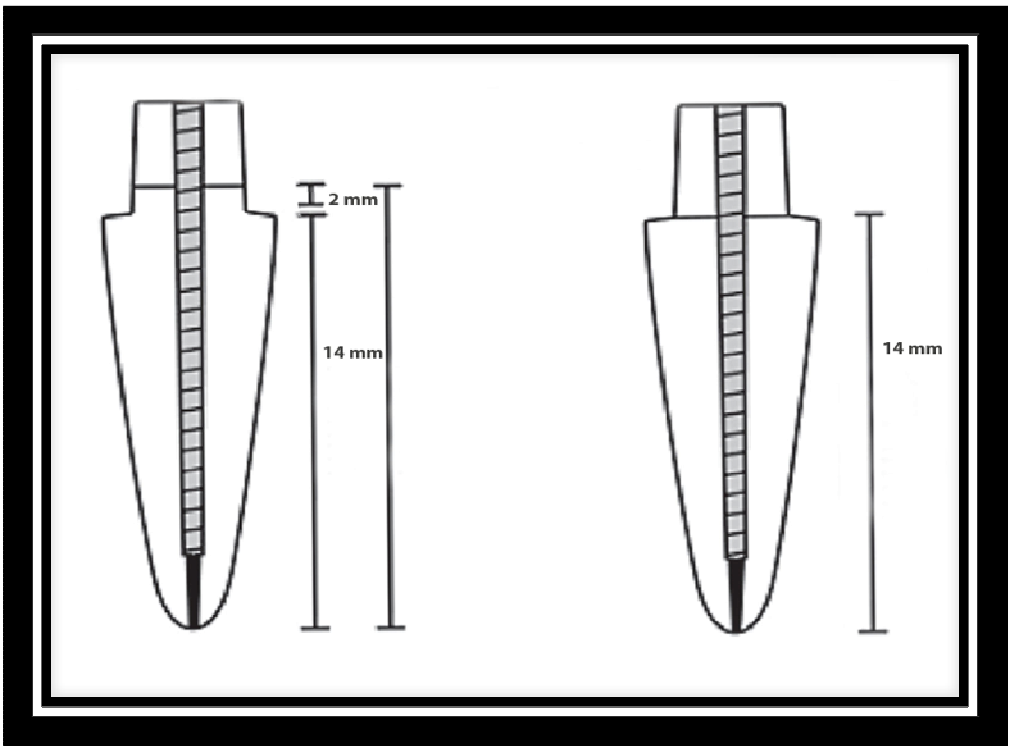
Şekil 3-34: Postların kuronal uzantılarının kesilmesinde kullanılan özel separe



Şekil 3-35: Postların kuronal uzantılarının kesilmesi

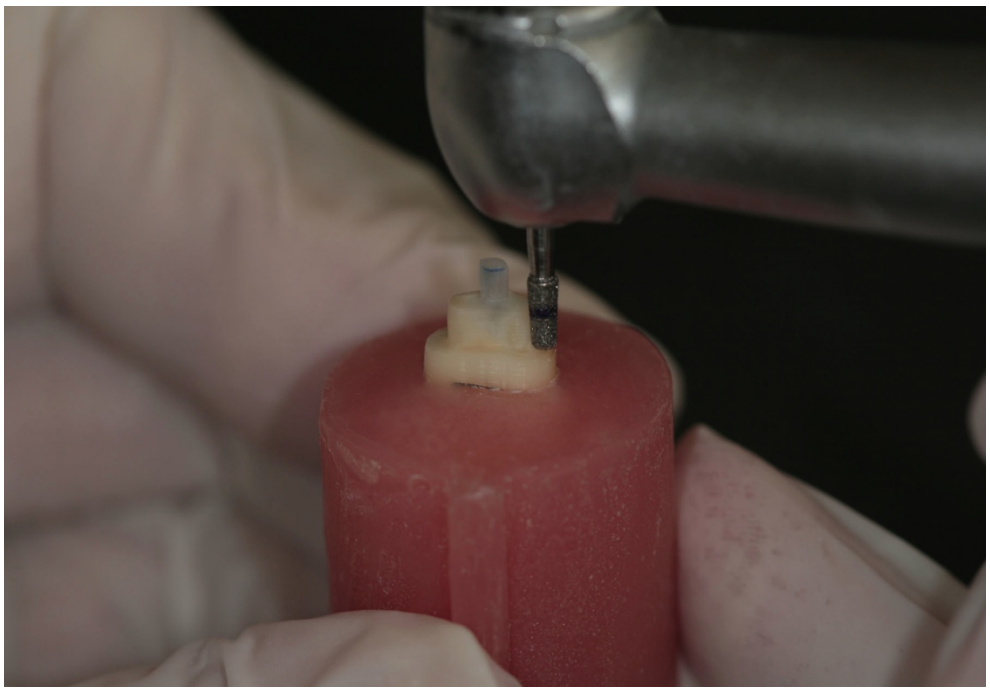
3.7. Ferrule oluşturulması

Ferrule oluşturulacak olan gruplar için, bukkal mine-sement sınırının üzerinde kalan 2 mm yüksekliğindeki diş dokusu ferrule hazırlığı için kullanıldı (Şekil 3.36). Bukkal mine-sement sınırında, ferrule hazırlığı sırasında şevli preparasyonu şekillendirmek ve bu hazırlığı tüm örneklerde standardize edebilmek amacıyla bukkal mine-sement sınırında çepeçevre bir referans çizgisi işaretlendi. 6° koniklik açısına sahip silindirik formda frezi (845KR.314.025, Set 4261, Komet, Cebr Brasseler GmbH & Co. KG, Lemgo, Almanya) ve çizilen referans çizgi sınırından başlayacak şekilde konumlandırılarak 1 mm genişliğinde şev hazırlığı yapıldı (Şekil 3.37). Bu yöntem ile örneklerde 2 mm ferrule yüksekliği elde edilmiş ve 4 deney grubu için örneklerde ferrule hazırlığı tamamlanmış oldu (Şekil 3.38) Şekil 3.39 ile 3.42 arasında ferrule oluşturulan 4 deney grubuna ait fotoğraflar görülmektedir (Şekil 3.39, 3.40, 3.41, 3.42).



Şekil 3-36: Mine-sement sınırından itibaren 2 mm yüksekliğinde ferrule oluşturulmasının şematik görünümü-(44)'den

Şekil 3-37: Mine-sement sınında ferrule oluşturulması



Şekil 3-38: 2 mm yüksekliğinde ferrule oluşturulan örnek

Şekil 3-39: G2-A grubuna ait deney örnekleri

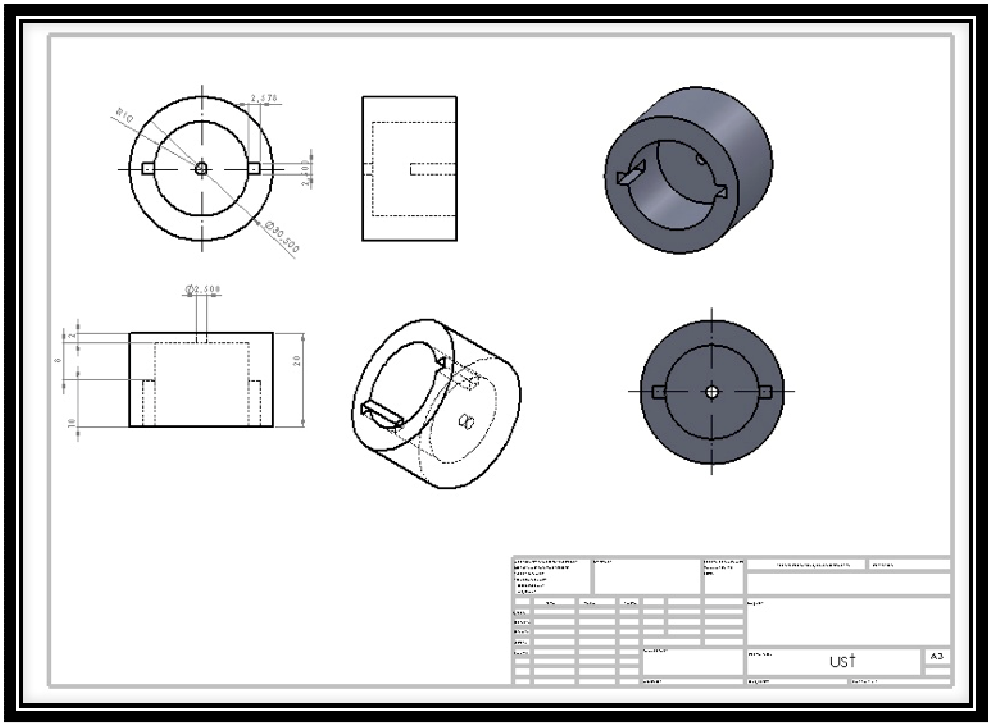
Şekil 3-40: G2-B grubuna ait deney örnekleri

Şekil 3-41: G2-C grubuna ait deney örnekleri

Şekil 3-42: G2-D grubuna ait deney örnekleri

3.8. Core üst yapının oluşturulması

Core tasarımının her bir örnek için standart olarak üretilebilmesi için, iç çapı 20 mm, yüksekliği 18 mm olan, iç yüzeyinin her iki yan duvarında 2,5 mm genişlik ve derinliğinde, 8 mm yüksekliğinde dik açılı yivler bulunan, üst tabanının tam merkezinde 3 mm çapında bir delik bulunan, 5 mm kalınlığında özel metal üst kalıp 3 boyutlu tasarım programı (Solidwoks 2009, Dassault Systemes SolidWorks Corp., Concord, Massachusetts, USA) kullanılarak tasarlandı ve aluminyum alaşımından üretildi (Şekil 3.43, 3.45).



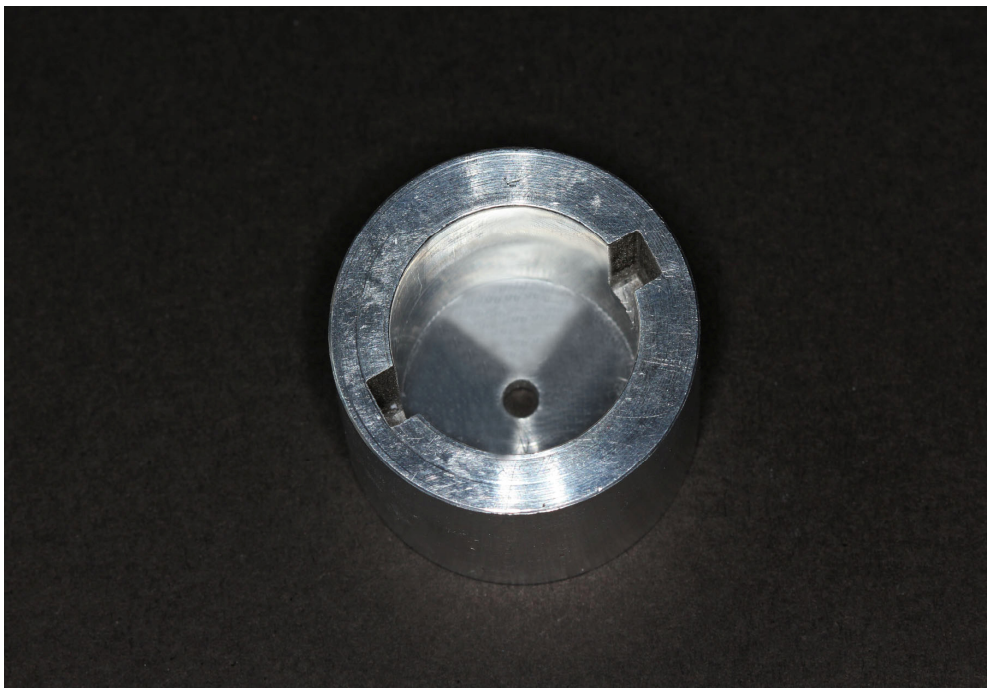
Şekil 3-43: Core üst yapısının standardizasyonunda kullanılan özel metal kalıbın teknik çizimi

Üretilen metal kalıp oda ısısında vulkanize olan silikon kauçuk kalıp materyaline (SEN-130, Shin-Etsu Chemical Co., Ltd, Tokyo, Japonya) gömülerek ölçüsü alındı (Şekil 3.46, 3.47). Elde edilen silikon kauçuk ölçünün içine epoksi reçine (D.E.R 324, Dow Chemical Co, Amerika) dökülerek metal üst kalıbın birebir aynısı epoksi reçine materyalinden elde edildi (Şekil 3.48, 3.49).

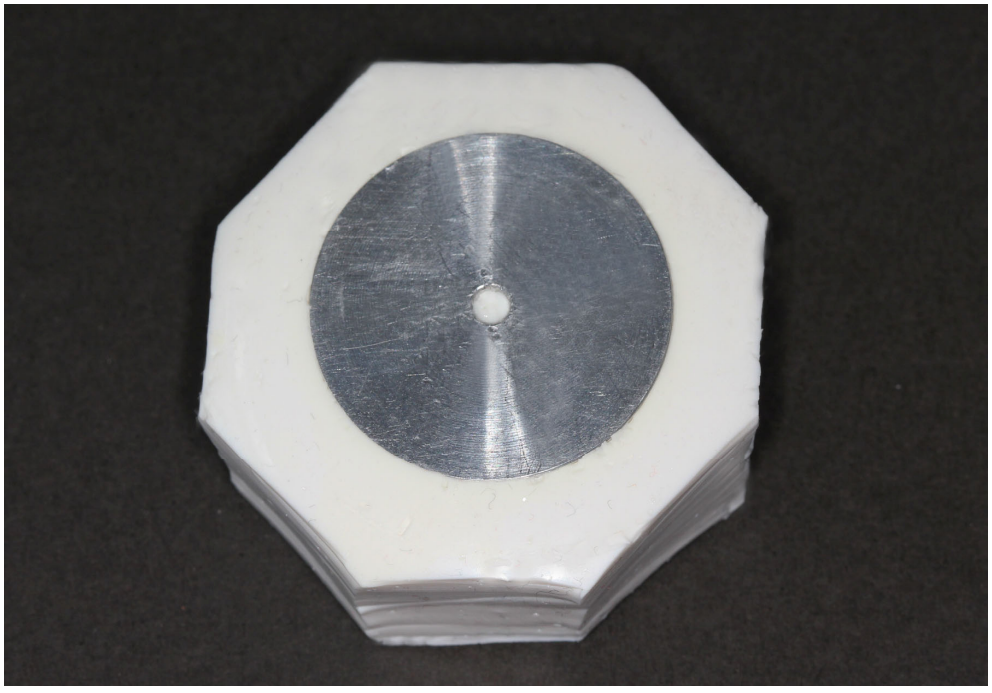
Post simante edilen kökler üzerinde, kompozit core üst yapıların standardizasyonu için, bir adet kanin dişi bukkal mine-sement sınırının 2 mm apikalinden halka şeklindeki metal kalıp kullanılarak akrilik reçine bloğa gömüldü. Bu kanin dişinde tam seramik kuron protezi için diş hazırlığı yapılarak, temel bir core tasarımı hazırlandı. Diş hazırlığında bukkal mine-sement sınırından başlayan 1 mm genişliğinde şev ve 6 mm core yüksekliğinde olacak şekilde tamamlandı (Şekil 3.44).

Şekil 3-44: Core üst yapı için hazırlanan temel tasarım

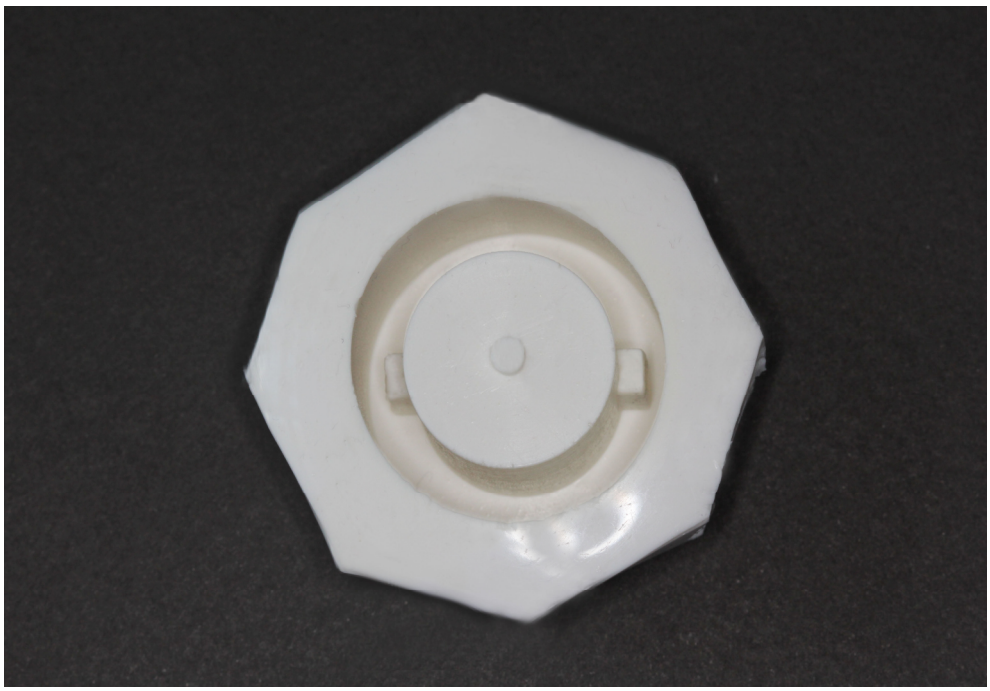
Hazırlanan şeffaf epoksi reçine kalıp, iç tabandan 8 mm yüksekliğe kadar akışkan kıvamdaki şeffaf silikon esaslı materyal (KE-1300T; CAT-1300 %10, Shinetsu Silicones, Japonya) ile dolduruldu. Önceden üzerinde diş hazırlığı yapılmış olan akrilik reçine blok ters çevrilerek, core formu verilmiş olan kanin dişi şeffaf silikon içerisine gömüldü (Şekil 3.50). Epoksi kalıbın üst tabanının merkezinde bulunan 3 mm çapındaki delikten silikon esaslı materyalin fazlasının çıkması sağlandıktan sonra silikon esaslı materyal oda ısısında sertleşmeye bırakıldı. Polimerizasyonun tamamlanması için gereken 24 saatin sonunda akrilik blok epoksi üst kalıptan ayırıldı ve temel core tasarımının negatif boşluğu elde edilmiş oldu (Şekil 3.51).



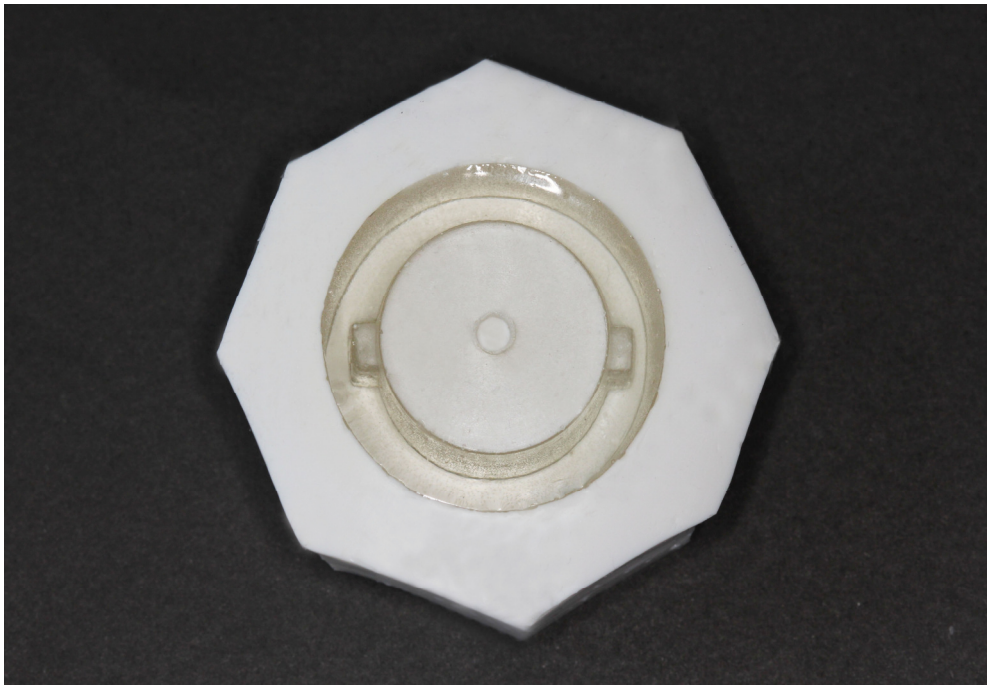
Şekil 3-45: Core üst yapısının standardizasyonu için üretilen özel metal kalıp



Şekil 3-46: Metal kalıbın ölçüsünün alınması

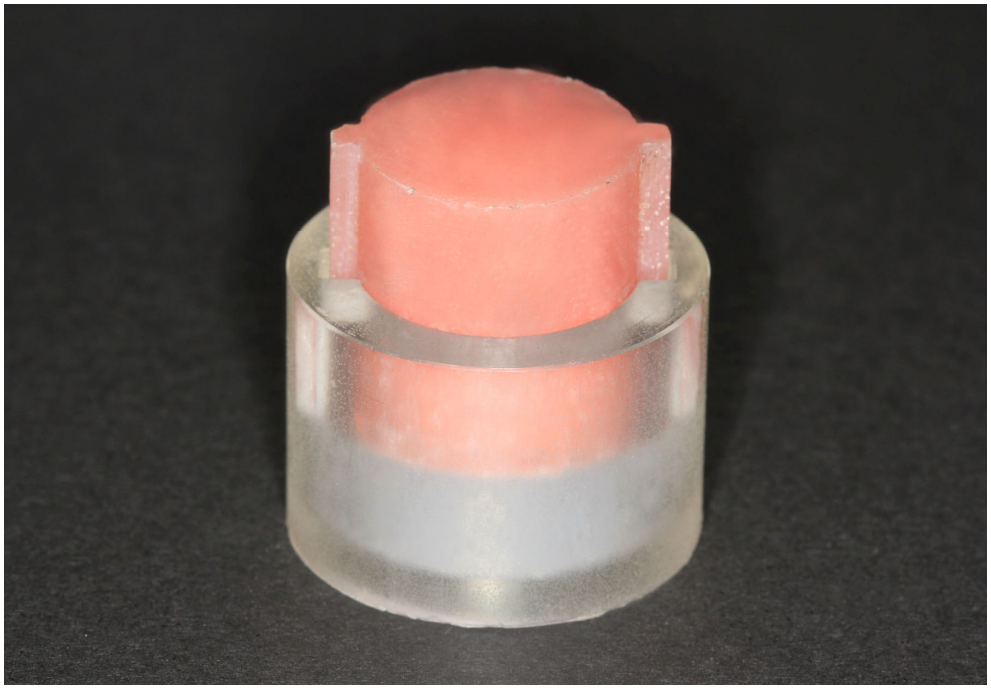


Şekil 3-47: Metal kalıptan silikon ölçüsü

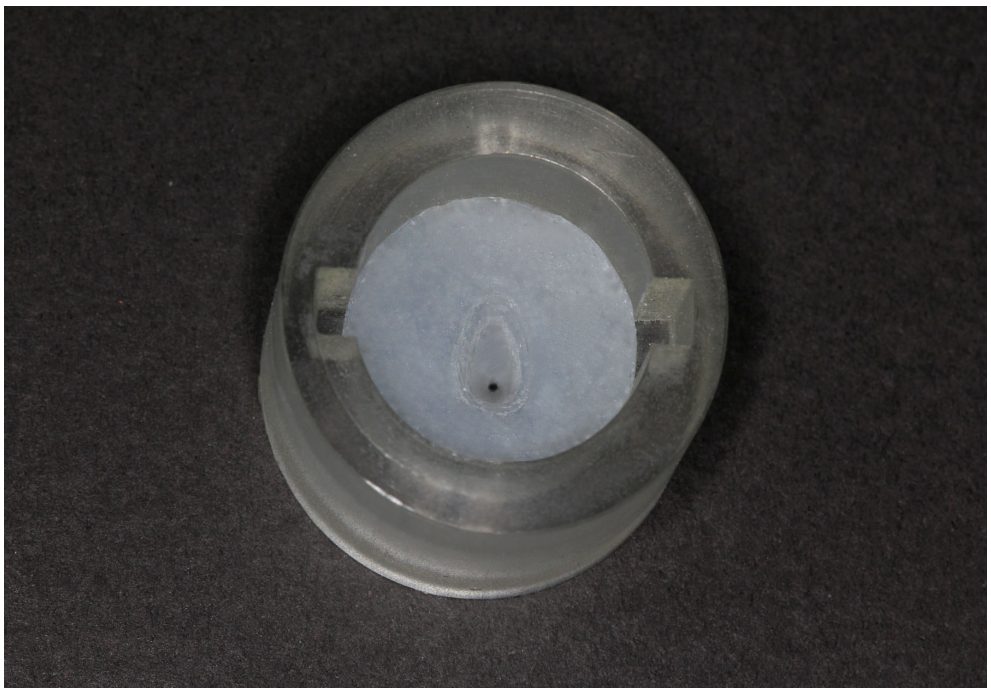


Şekil 3-48: Silikon ölçü içine seffaf epoksi reçinenin dökülmüş görünümü

Şekil 3-49: Standart core hazırlığında kullanılmak amacıyla epoksi reçineden üretilen kalıp

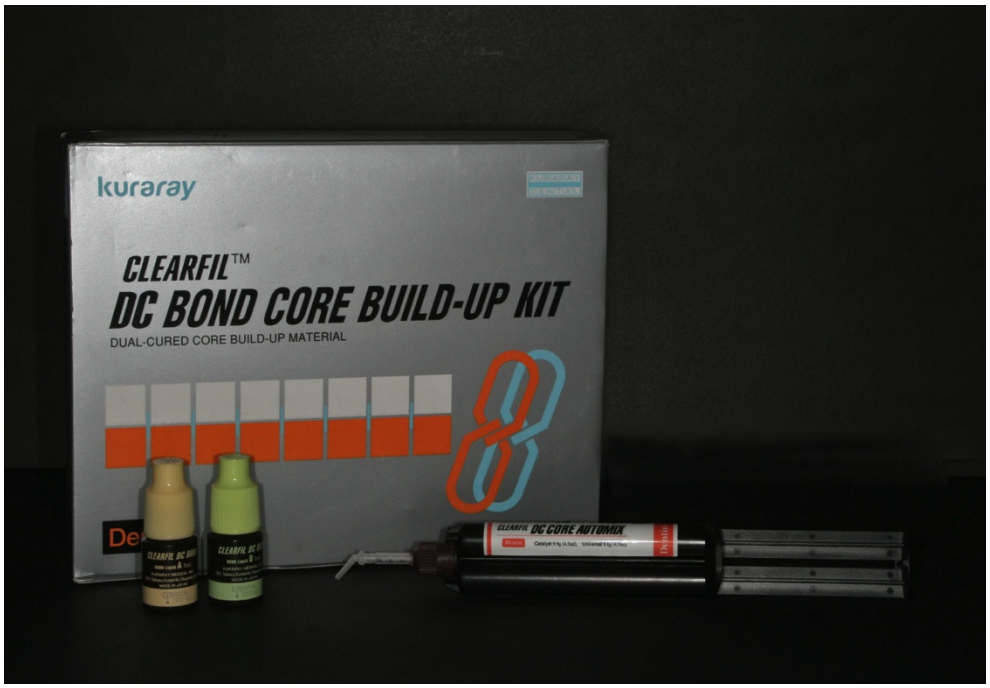


Şekil 3-50: Kanin dişinde core hazırlığı yapılmış olan akrilik bloğun epoksi kalıp içerisinde konumlandırılmış görünümü

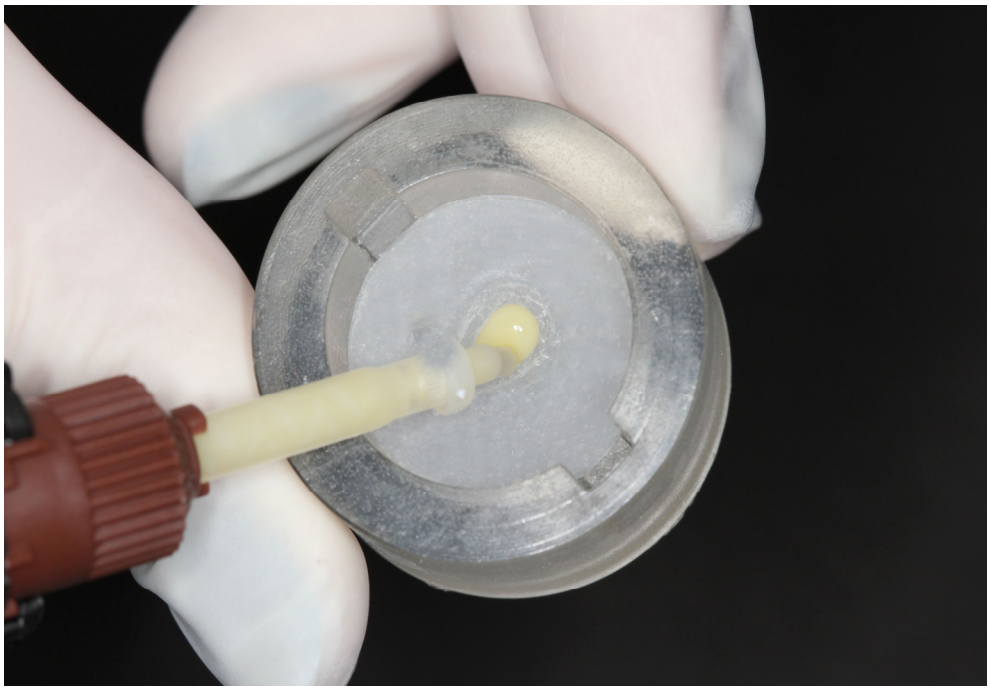


Şekil 3-51: Temel core hazırlığına ait negatif boşluğun görünümü

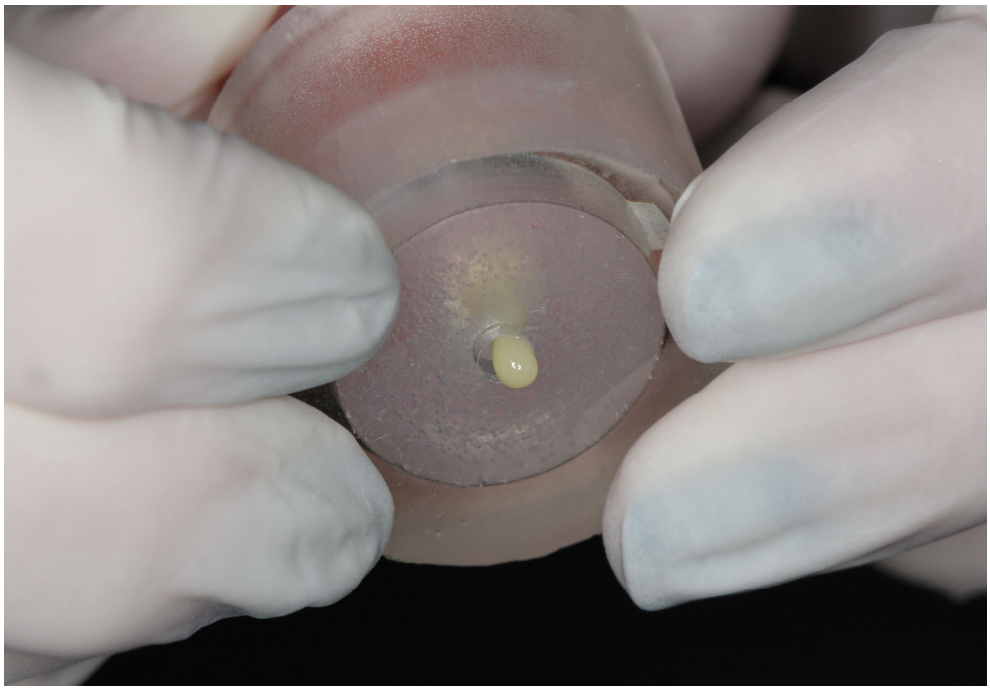
Deney örneklerinde core üst yapının oluşturulması için öncelikle dentin ve post yüzeylerine bonding uygulandı. Sistemin kendine ait bondingi (Clearfil DC Bond, Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya), Bond Liquid A ve Bond Liquid B, eşit oranda karıştırılarak dentin ve post yüzeyine uygulandı, 20 sn bekleme sonrasında basınçlı hava ile kurutuldu ve ışık cihazı ile 20 sn süreyle polimerize edildi. Dual yolla polimerize olan kompozit core materyali (Clearfil DC Core Automix, Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya) (Şekil 3.52), baz ve katalizörü eşit oranda karıştıran sistemin kendi şırıngası ve uçları ile, epoksi kalıptaki core boşluğuna enjekte edildi (Şekil 3.53). Akrilik bloğa gömülü deney örneği ters çevrilerek epoksi kalıp içine yerleştirildi ve fazla core materyalinin kalıbın üst tabanındaki delikten çıkışı sağlandı (Şekil 3.54). Kalıbın tepe noktasından 40 saniye süre ile ışık verilerek core materyalinin polimerizasyonu sağlandı (Şekil 3.55). Örnekler kalıptan uzaklaştırıldıktan sonra vestibül, lingual ve oklüzalden 20'şer sn süreyle ışık uygulanarak core yapısının polimerizasyonu tamamlandı ve bu sıra izlenerek tüm deney örnekleri için standart core üst yapısı elde edilmiş oldu (Şekil 3.56).



Şekil 3-52: DC Bond Core materyali set örneği



Şekil 3-53: Core materyalinin ölçüye uygulanması



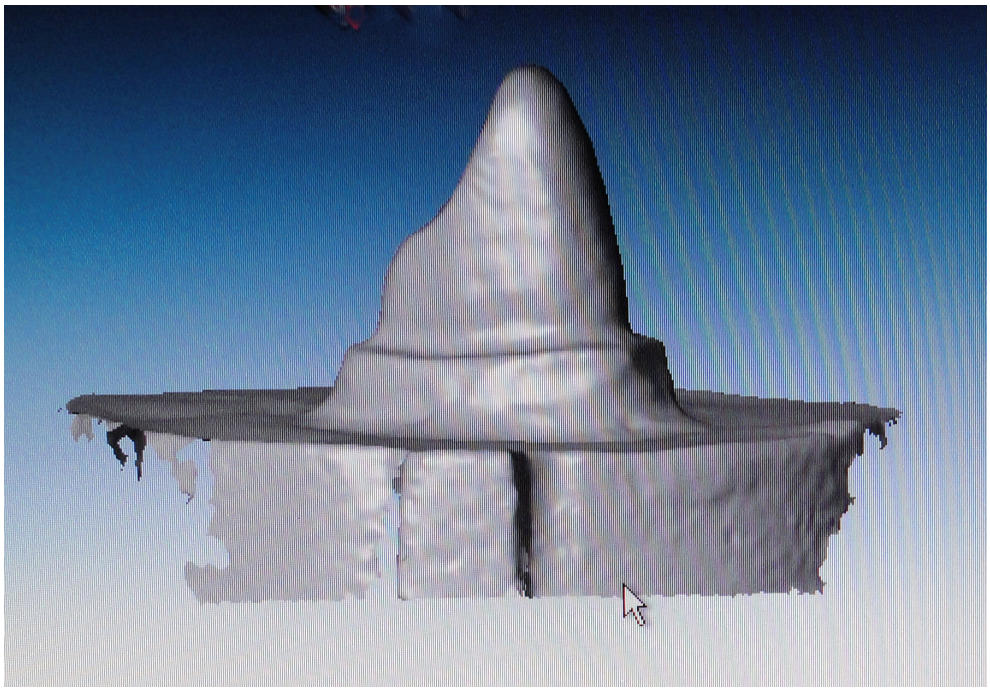
Şekil 3-54: Fazla core materyalinin çıkışının sağlanması

Şekil 3-55: Core materyalinin ışıkla polimerize edilmesi

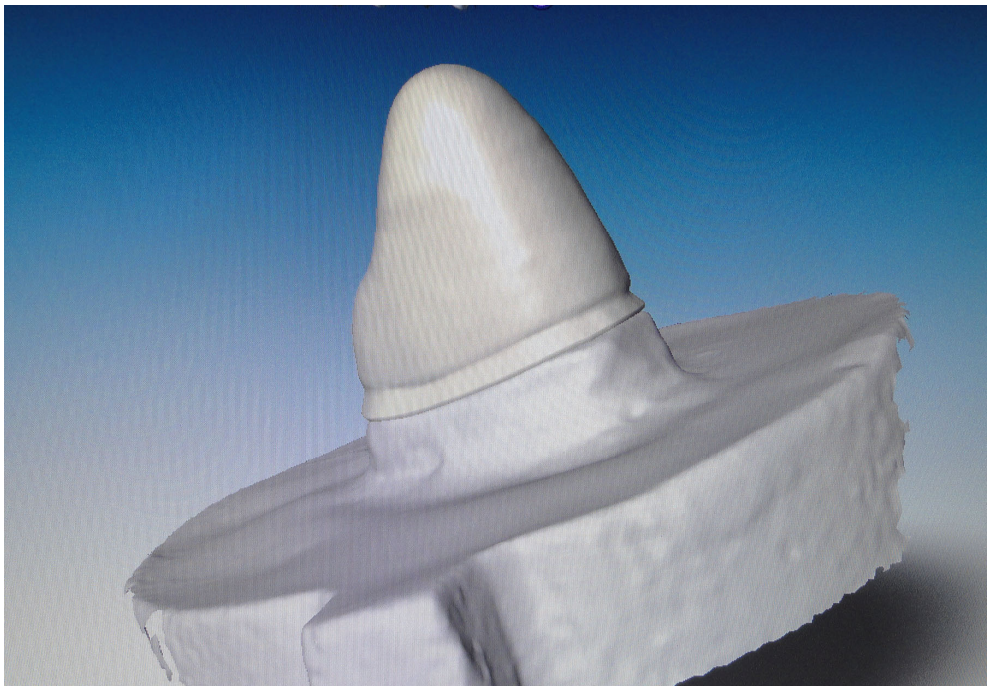
Şekil 3-56: Deney örneğinde post üzerinde tamamlanmış bir kompozit core görünümü

3.9. Kuron protezlerinin üretilmesi

Hazırlanan temel core tasarımı CAD/CAM cihazında (Cercon Smart Ceramics, Cercon brain expert, DeguDent GmbH, Hanau-Wolfgang, Almanya) taranarak standart kuron protezi tasarımı elde edildi (Şekil 3.57, 3.58). Kuron protezinin tasarımı sırasında, standart yükleme noktası olarak kullanılması amacıyla, palatinalde, servikal kenardan 5 mm insizalde konumlanacak ve uzun eksene dik olacak şekilde 1 mm genişlik ve derinliğinde bir çentik hazırlandı. Sanal modelajı tamamlanan kuron protezi, dökülebilir poliüretan (PU) esaslı bloklardan (Cercon Base Cast, DeguDent GmbH, Hanau-Wolfgang / Almanya) freze edildi (Cercon brain expert, DeguDent GmbH, Hanau-Wolfgang, Almanya) (n=80) (Şekil 3.59, 3.60). Bu yöntem ile standart olarak hazırlanan 80 adet kuron modelajı revetmana alınarak ısı ve basınç altında lityum disilikat esaslı seramik ingotlar (IPS e.max Press MO, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) kullanılarak preslendi. Bu işlemin sonunda alt yapı formunda tam seramik kuron protezleri elde edildi (Şekil 3,61, 3.62).



Şekil 3-57: CAD/CAM cihazında temel core tasarımının taranması



Şekil 3-58: Tasarımı tamamlanan kuron protezinin görüntüsü

Şekil 3-59: Cercon Base Cast, frezelenebilir poliüretan (PU) esaslı blok

Şekil 3-60: Poliüretan esaslı bloktan aşındırılarak elde edilen kuron protezi modelajı örneği

Şekil 3-61: Altyapı formunda hazırlanan lityum disilikat esaslı tam seramik kuron protezi örneği

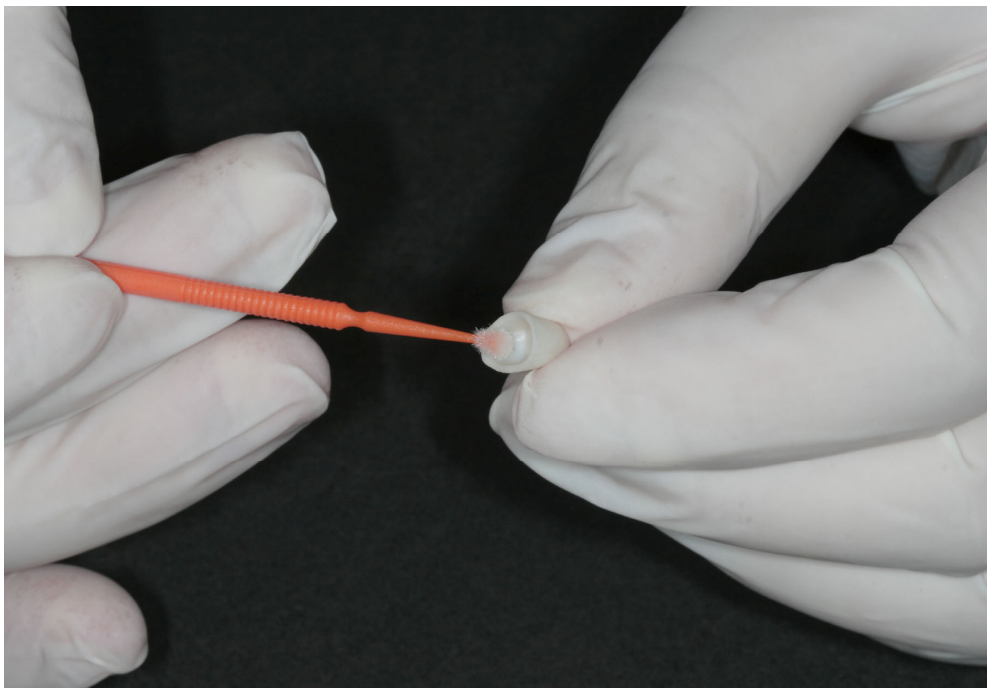
Şekil 3-62: Kuron protezinin palatinalinde konumlandırılan standart yükleme noktası

3.10. Kuron protezlerinin simante edilmesi

Hazırlanan kuron protezleri deney örneklerine simante edilmeden önce, restorasyonların iç yüzeyleri hidroflorik asit (HF) ile (IPS Ceramic Etching Gel, %5, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) 60 sn süre ile pürüzlendirildi. 60 sn sonunda HF su ile yıkanarak yüzeyden uzaklaştırıldı ve restorasyonun iç yüzeyi hava ile hafifçe kurutuldu. Asit ile pürüzlendirilen restorasyonun iç yüzeyine silan (Clearfil Ceramic Primer, Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya) (Şekil 3.63) küçük bir fırça yardımı ile uygulandı (Şekil 3.64) ve hava ile kurutuldu.

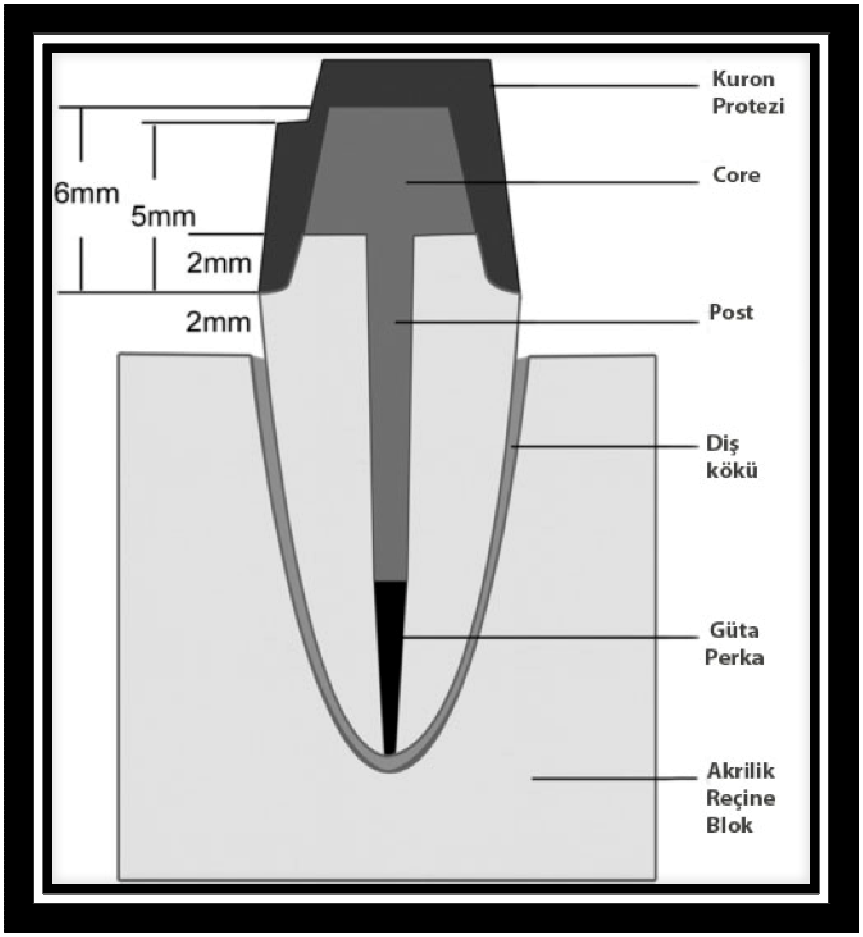
Kuron protezlerinin simantasyonunda self-adeziv bir reçine siman olan Clearfil SA Cement (Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya) kullanıldı (Şekil 3.65). Pürüzlendirilmiş ve silanlanmış olan restorasyonun iç yüzeyine, otomiks şırınganın ucuna takılarak kullanılan karıştırıcı uçlar (Mixing Tip, Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya) yardımı ile adeziv reçine siman uygulandı ve restorasyon core üzerine yerleştirildi. 2-5 sn süre ile ışık uygulanması sonrasında (Hilux LED 550, Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye), taşan fazla siman temizlenerek uzaklaştırıldı. Reçine siman, vestibül, lingual ve insizalden 40'ar sn süre ile polimerize edildi. Her bir deney örneği için bu uygulama tekrarlanarak tüm deney gruplarında kuron protezlerinin simantasyonu tamamlandı (Şekil 3.66, 3.67).

Şekil 3-63: Clearfil Ceramic Primer, silan bağlayıcı ajan



Şekil 3-64: Kuron protezlerine silan uygulanması

Şekil 3-65: Kuron protezlerinin simantasyonu için kullanılan Clearfil SA Cement set örneği

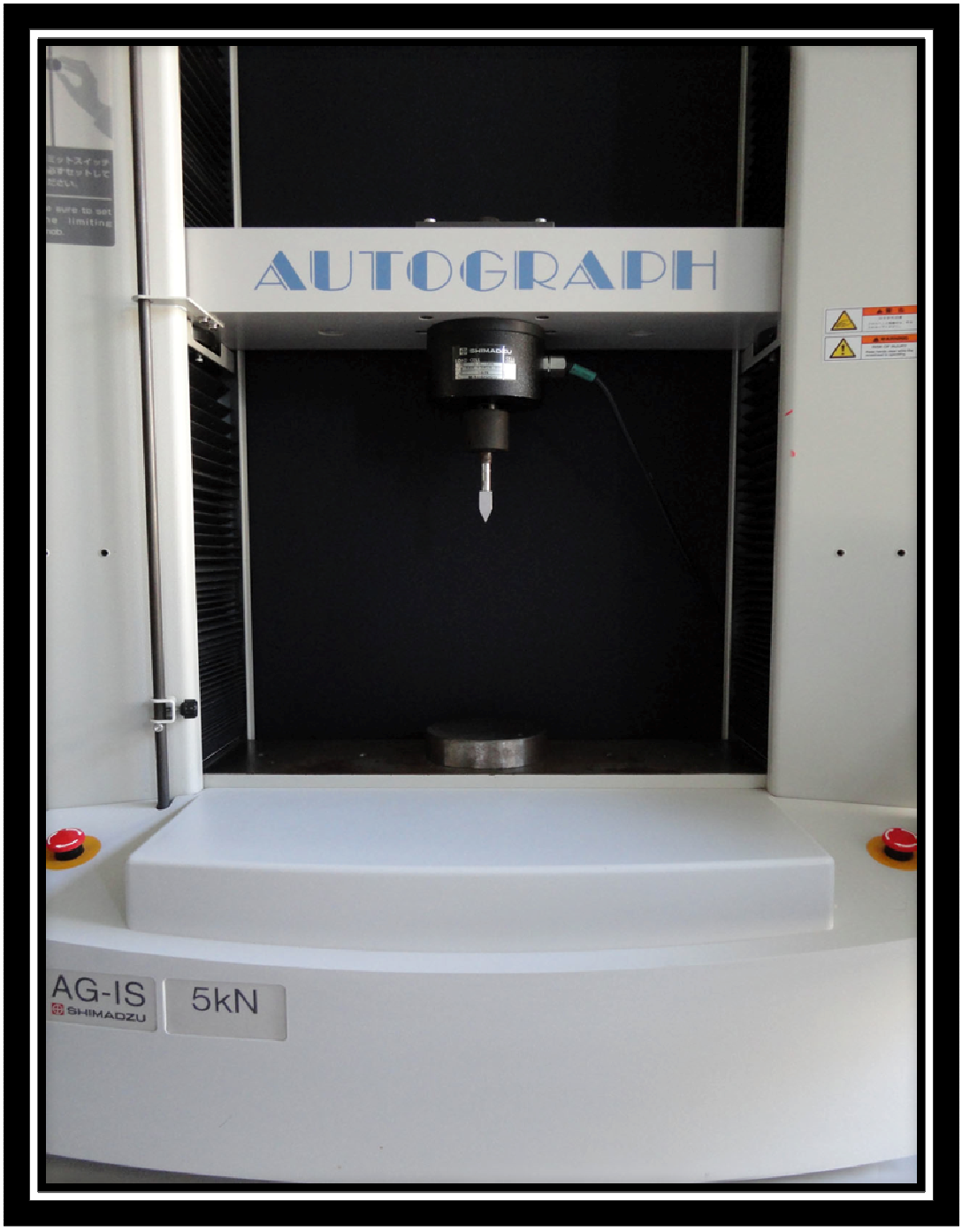


Şekil 3-66: Simantasyon sonrası deney örneğine ait şematik görünüm-(158)'den

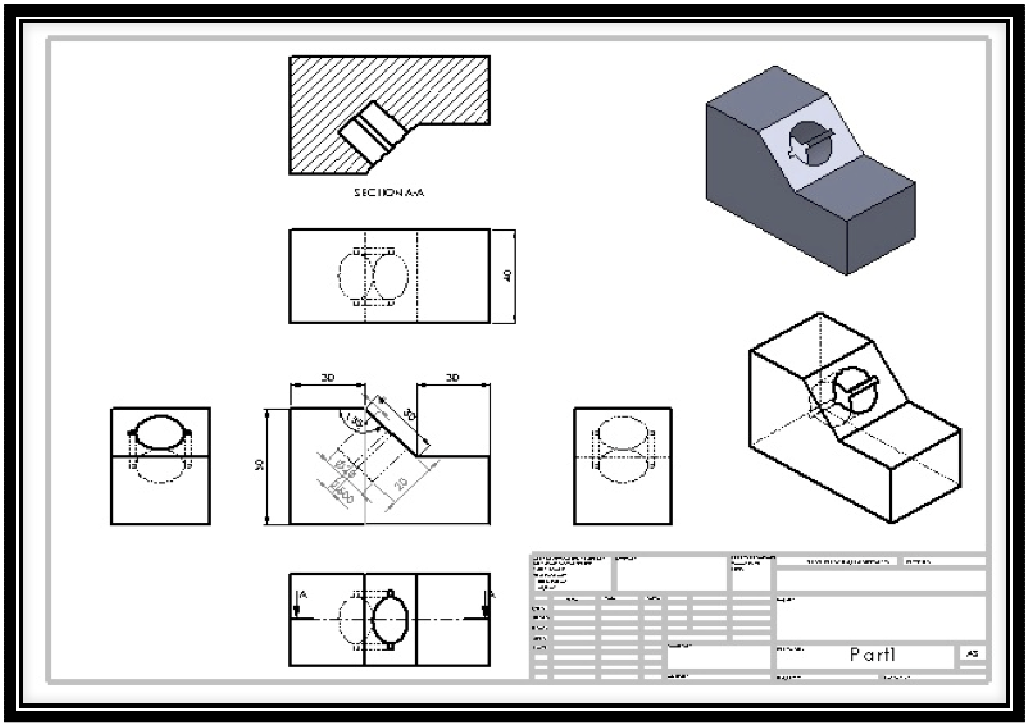
Şekil 3-67: Simante edilmiş örnek grubu

3.11. Deney örneklerine ait kırılma dayanımı değerlerinin belirlenmesi

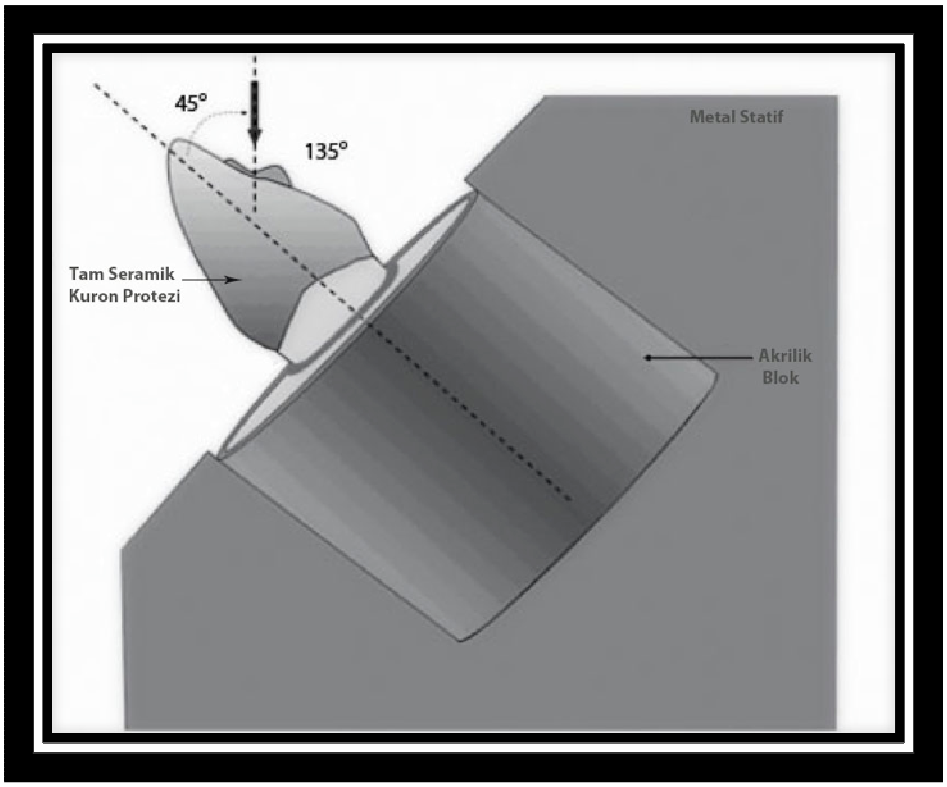
Deney örneklerinin kırılma dayanımının belirlenmesi için universal test cihazı (Autograph AG-IS/5kN, Shimadzu, Kyoto, Japonya) (Şekil 3.68) ve cihaz ile uyumlu olacak özelliklerde tasarlanan ve üretilen bir statif ile kuvvet uygulayıcı uç kullanıldı. Örneklerin kuvvet uygulayıcı uç ile 135° açı oluşturacak şekilde konumlandırılması ve kuvvetin uygulandığı süre boyunca sabit kalması amacıyla özel bir statif tasarlandı (Solidwoks 2009, Dassault Systemes SolidWorks Corp., Concord, Massachusetts, USA) ve aluminyum alaşımından üretildi. Hazırlanan bu statif; boyutları 4x8x3 cm olan dikdörtgenler prizması şeklindeki kaide ve üzerinde konumlandırılan 4x5x2 cm boyutlarında ikinci bir dikdörtgenler prizmasının birleşiminden tek parça olarak üretilmiştir. Üstteki prizmanın sağ tarafındaki tabanı eğimli olarak hazırlanmış olup, bu eğimli yüzeyde, örneklerin 45° açı ile yerleşebileceği, çapı ve yüksekliği 2 cm olan, iç yan duvarlarında 2,5mm derinlik ve genişliğinde çentikler bulunan silindirik formdaki bir yuva bulunmaktadır (Şekil 3.69). Bu şekilde her bir akrilik bloğun baskı kuvveti uygulanması sırasında herhangi bir rotasyona uğramadan sabit kalması sağlanmıştır. Kuvvet uygulayıcı uç, incelerek 1 mm genişliğinde sonlanacak şekilde tasarlandı ve Ni-Cr alaşımından üretildi. Dişlerin gömülü olduğu akrilik blokların yerleştirildiği alt metal statif, üniversal test cihazının tablasına yerleştirildi. Tüm örneklerde, kuron protezinin palatinalinde bulunan çentikte konumlandırılan kuvvet uygulayıcı uç ile, 1 mm/dak hızla, kırık oluşuncaya kadar baskı kuvveti uygulanarak kırılma dayanımı değerleri belirlendi (Şekil 3.70, 3.71, 3.72). Üniversal test cihazına bağlı olan bilgisayar ekranında ani düşüşün gözlendiği kuvvet değeri, post-core-kuron sisteminde kırılmaya neden olan kuvvet değeri olarak belirlenerek kaydedildi.



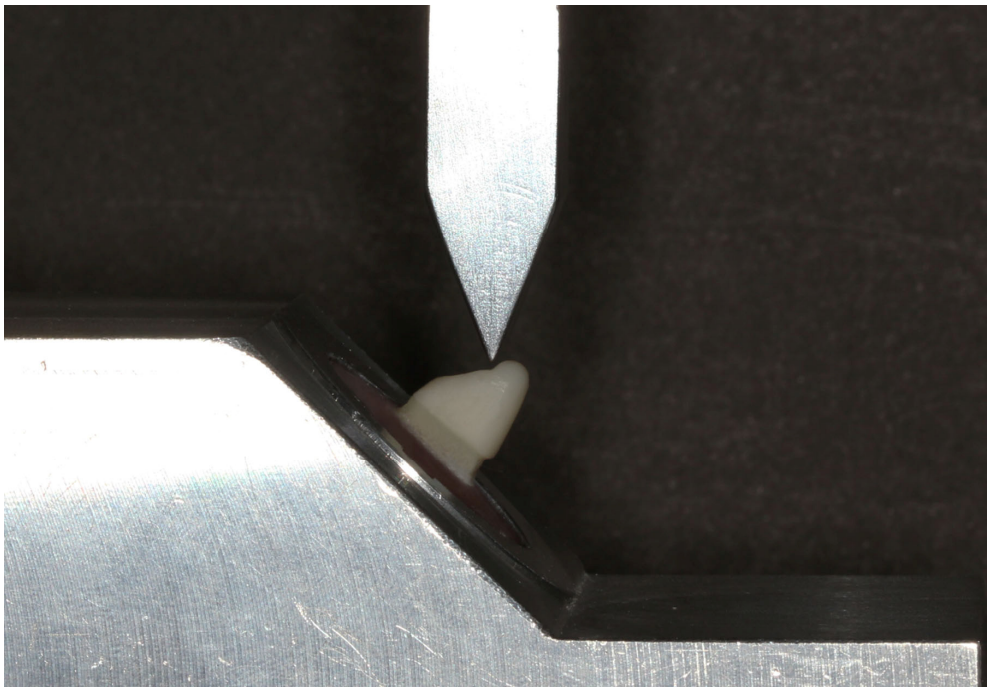
Şekil 3-68: Kullanılan üniversal test cihazı



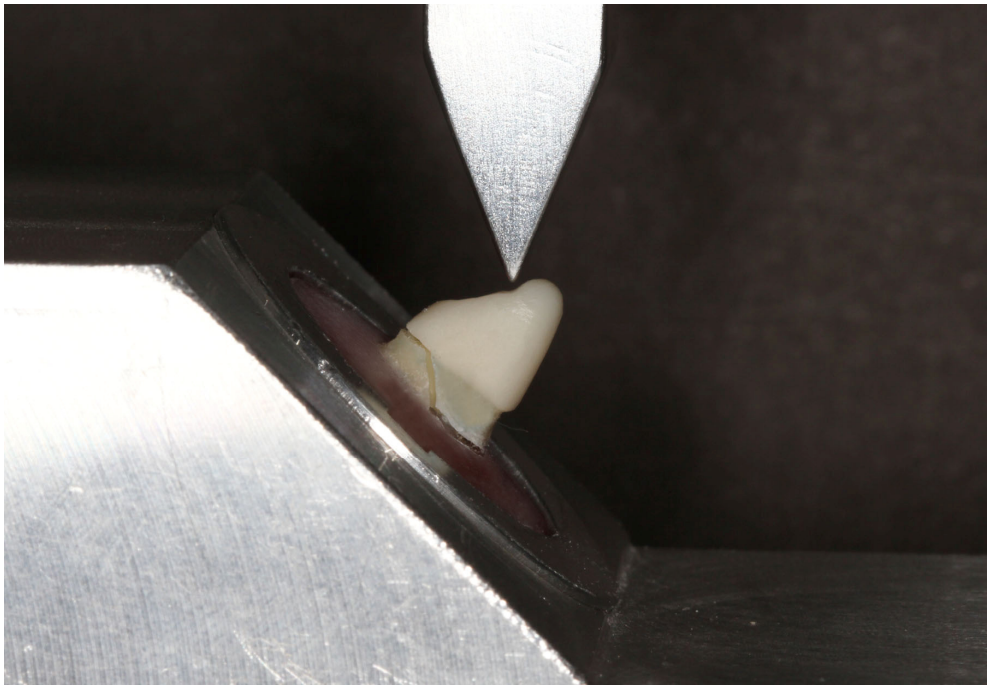
Şekil 3-69: Baskı kuvveti uygulanacak deney örneklerinin yerleştirildiği statifin teknik çizimi



Şekil 3-70: Kuvvetin 135° açı ile palatinal yüzeydeki çentik üzerine uygulanması-(44)'den



Şekil 3-71: Baskı kuvvetinin 135° açı ile palatinal yüzeydeki çentik üzerinden deney örneğine uygulanması



Şekil 3-72: Uygulanan baskı kuvveti sonucunda oluşan kırık hattı örneği

4. BULGULAR

4.1. Deney gruplarının kırılma dayanımı açısından değerlendirilmesi

Çalışmamızda iki faklı diş hazırlığı yapılan ve dört farklı post sistemi (Ellipson Post, DT Light Post + Fibercone, RelyX #1, RelyX #2) ile restore edilen örneklerin kök kırığına direnci üzerinde post tipi ve ferrule oluşturulmasının etkisini incelemek amacıyla kırılma dayanımı testleri yapıldı ve testlerin sonucunda Newton cinsinden değerler elde edildi.

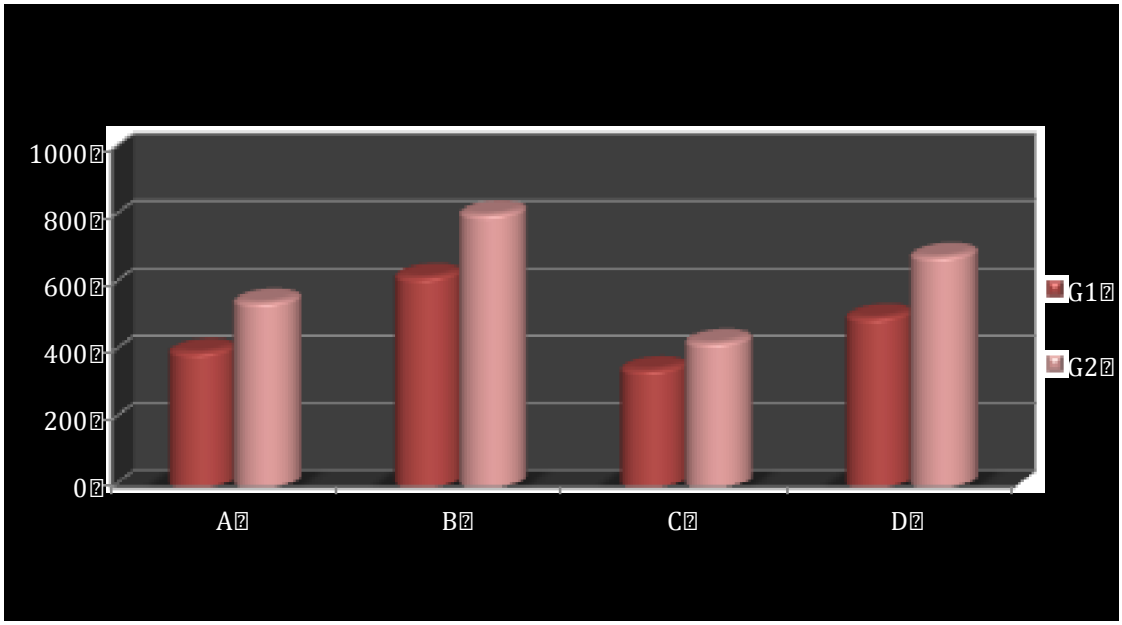
Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi uygulanarak değerlendirildi. Daha sonra veriler Student's t testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA), 2-yönlü varyans analizi (2-way ANOVA) ve post-hoc Tukey HSD testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi. Verilerin değerlendirilip yorumlanmasında SPSS istatistik paket programı (SPSS For Windows 10.0, Chicago, IL, USA) kullanıldı.

Tüm grupların kırılma dayanımı değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.1 de, post tiplerinde ferrule etkinliğinin karşılaştırılması Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5 de, ferule oluşturulması ile grupların kırılma dayanımında meydana gelen artış miktarı Tablo 4.6 da, post tiplerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD testi ile karşılaştırılması Tablo 4.7, Tablo 4.8 ve Tablo 4.9 de, ferrule etkinliğinin Student's t testi ile karşılaştırılması Tablo 4.10 da, sonuçların 2 yönlü varyans analizi ile değerlendirilmesi Tablo 4.11 da görülmektedir.

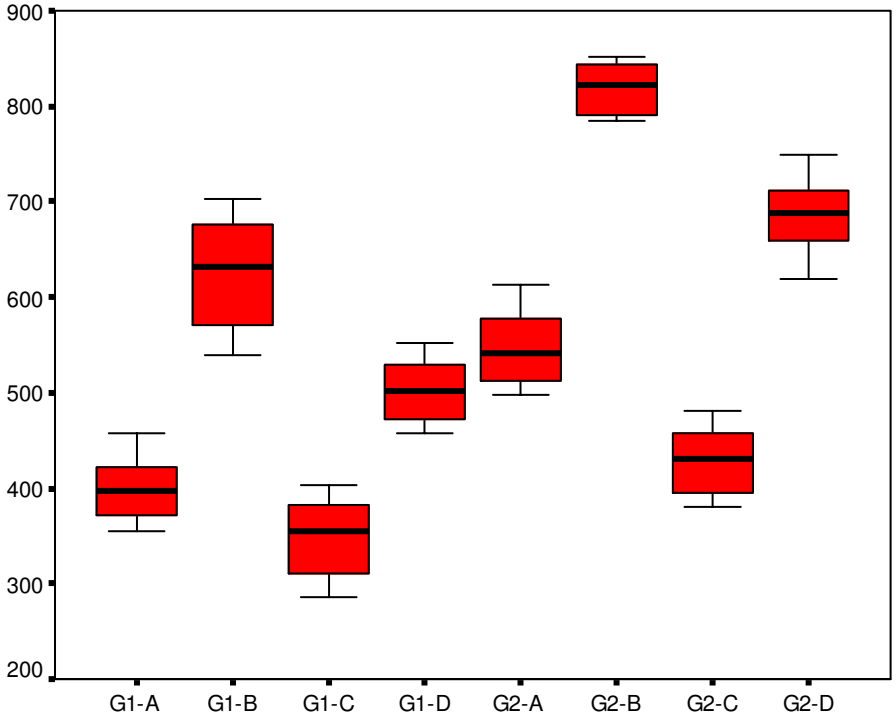
Tablo 4-1: Deney gruplarına ait kırılma dayanımı değerlerinin ortalama ve standart sapmaları

	G1		**G2**		
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	p
A	400,83	33,35	**548,46**	**39,84**	**,000*** **
B	622,90	59,19	**809,26**	**47,04**	**,000*** **
C	348,54	42,49	**429,15**	**36,82**	**,000*** **
D	503,58	31,94	**684,41**	**43,75**	**,000*** **

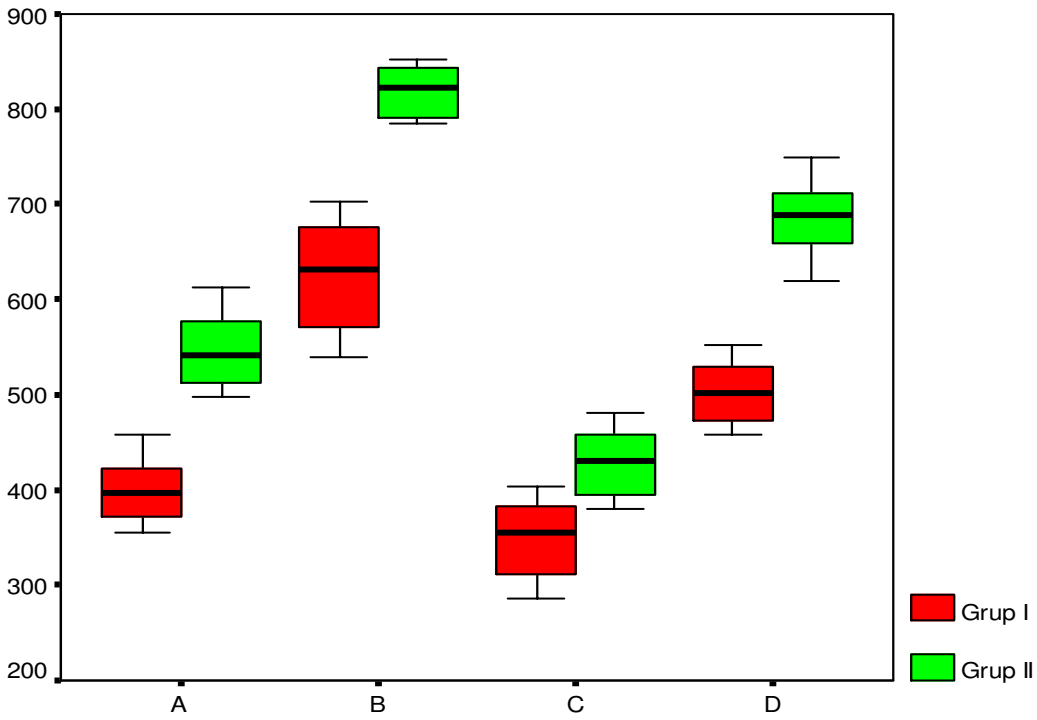
Ferrule oluşturulan gruplar ile ferrule oluşturulmayan gruplar post tipinden bağımsız olarak kıyaslandığında, ferrule oluşturulan gruplarda istatistiksel olarak daha yüksek kırılma dayanımı değerleri elde edilmiştir ($p<0,001$). En yüksek kırılma dayanımı değerleri G2-B grubu için elde edilirken, G2-D grubuna ait kırılma dayanımı değerleri de G2-A ve G2-C gruplardan anlamlı derecede daha yüksektir. Tüm grupların kırılma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. En düşük kırılma dayanımı değerleri ise ferrule oluşturulmayan G1-C grubunda elde edilmiştir ($p<0,001$) (Şekil 4.1, 4.2, 4.3).



Şekil 4-1: Deney gruplarına ait kırılma dayanımı değerleri



Şekil 4-2: Deney gruplarına ait kırılma dayanımı değerleri

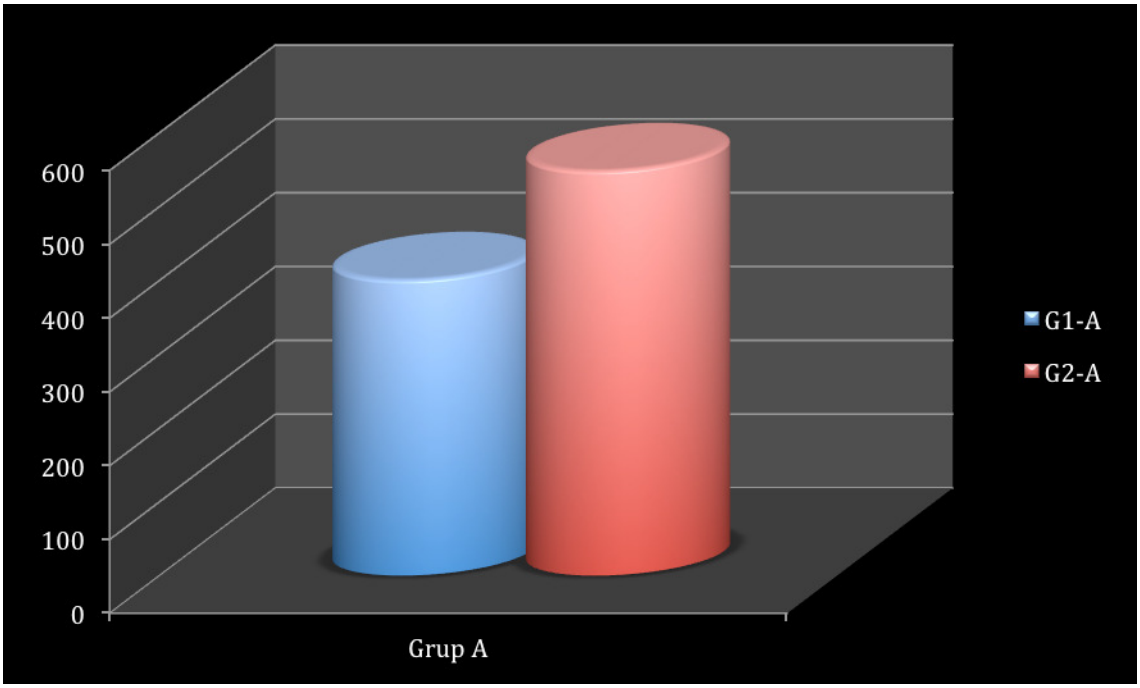


Şekil 4-3: Deney gruplarına ait kırılma dayanımı değerleri

Tablo 4-2: A grubuna ait kırılma dayanımı değerleri

A	G1		G2		
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	p
Newton	400,83	33,35	**548,46**	**39,84**	**,000*** **

Oval formda kuartz fiber post kullanılarak restore edilen A grubuna ait kırılma dayanımı değerleri Student's t testi ile değerlendirildiğinde, ferrule oluşturulmasının örneklerin kırılma dayanımını anlamlı derecede arttırdığı belirlenmiştir ($p<0,001$) (Şekil 4.4).

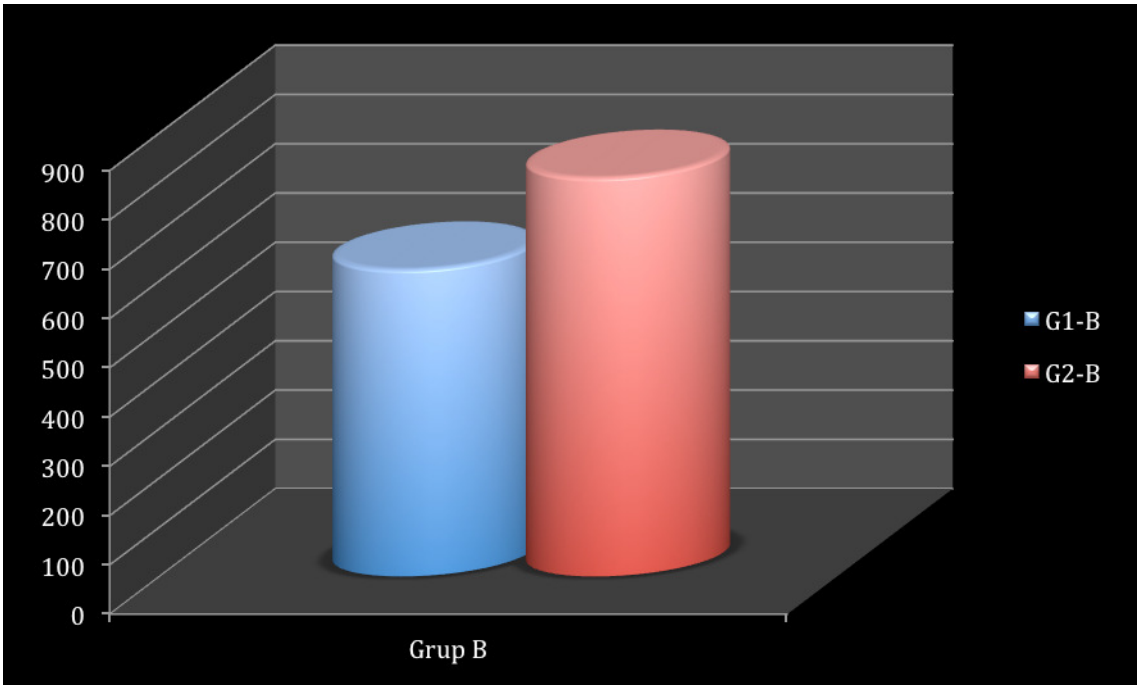


Şekil 4-4: A grubuna ait kırılma dayanımı değerleri

Tablo 4-3: B grubuna ait kırılma dayanımı değerleri

B	G1		G2		
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	p
Newton	622,90	59,19	**809,26**	**47,04**	**,000*** **

Dairesel kesitli standart kuartz fiber postun yardımcı post ile desteklenerek kullanılması ile restore edilen B grubu örneklerin kırılma dayanımı değerleri Student's t testi ile değerlendirildiğinde, ferrule oluşturulan grubun kırılma dayanımını değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$) (Şekil 4.5).

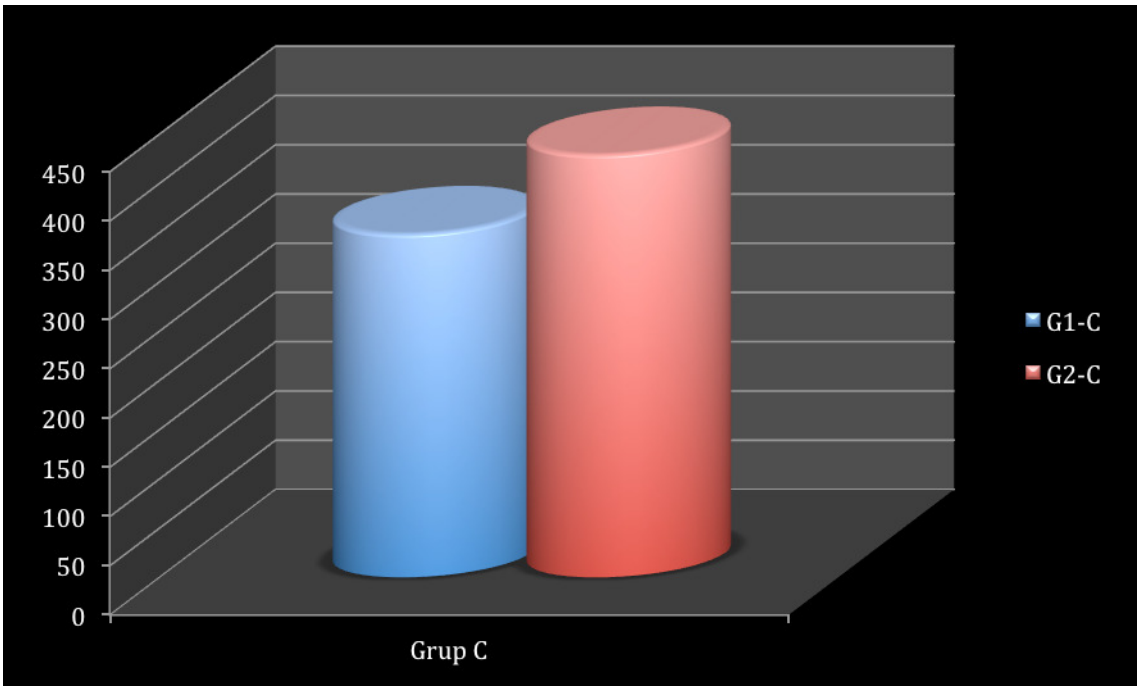


Şekil 4-5: B grubuna ait kırılma dayanımı değerleri

Tablo 4-4: C grubuna ait kırılma dayanımı değerleri

C	G1		G2		
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	p
Newton	348,54	42,49	**429,15**	**36,82**	**,000*** **

Dairesel kesitli #1 no'lu cam fiber postun kullanılması ile restore edilen C grubu örneklerin kırılma dayanımlarının Student's t testi ile değerlendirilmesi sonucunda, ferrule oluşturulmasının örneklerin kırılma dayanımını anlamlı derecede arttırdığı saptanmıştır ($p<0,001$) (Şekil 4.6).

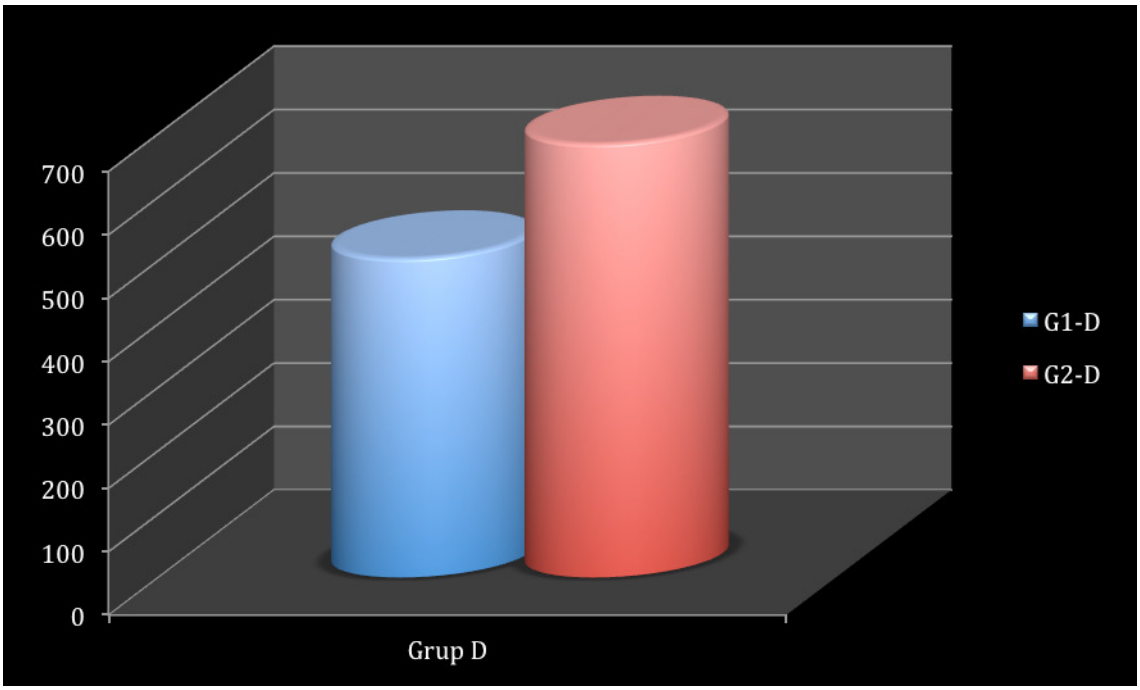


Şekil 4-6: C grubuna ait kırılma dayanımı değerleri

Tablo 4-5: D grubuna ait kırılma dayanımı değerleri

D	G1		G2		
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	p
Newton	503,58	31,94	**684,41**	**43,75**	**,000*** **

Dairesel Kesitli #2 no'lu cam fiber postun kullanılması ile restore edilen D grubuna ait kırılma dayanımı değerleri Stuent's t testi ile değerlendirildiğinde, ferrule oluşturulan grubun krıılma dayanımı değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır (p<0,001) (Şekil 4.7).

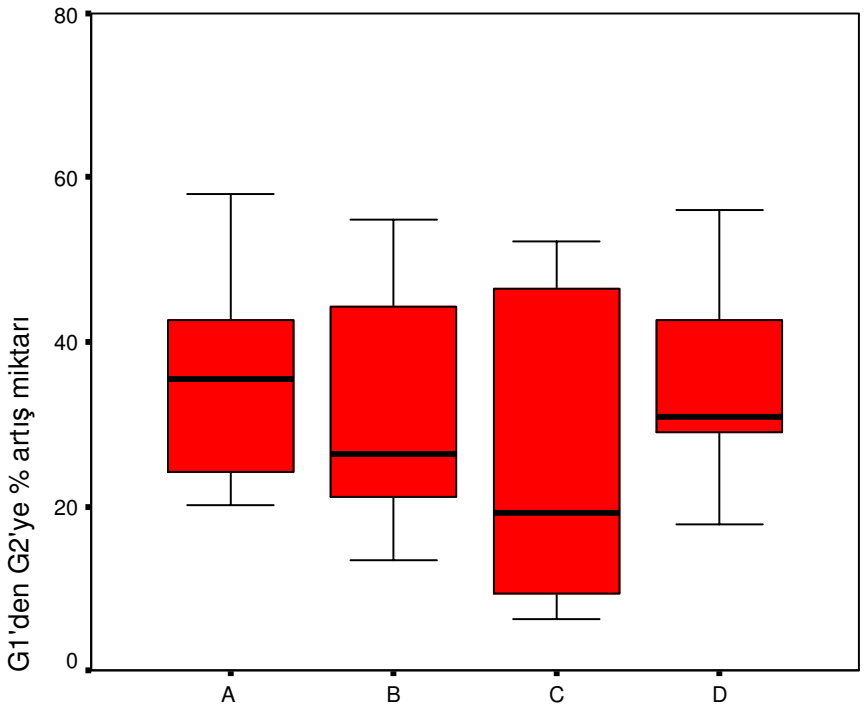


Şekil 4-7: D grubuna ait kırılma dayanımı değerleri

Tablo 4-6: Ferrule oluşturulması ile grupların kırılma dayanımında meydana gelen artış miktarı

% Artış Miktarı	ORT	SS	p
A	37,80	16,77	
B	30,87	13,67	
C	24,77	18,68	
D	36,54	14,14	
Toplam	32,49	16,19	0,258

Ferrule oluşturulması tüm gruplarda kırılma dayanımı değerlerini yükseltirken, ferrule oluşturulması ile kırılma dayanımında meydana gelen artışın miktarı gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (p<0,5) (Şekil 4.8).

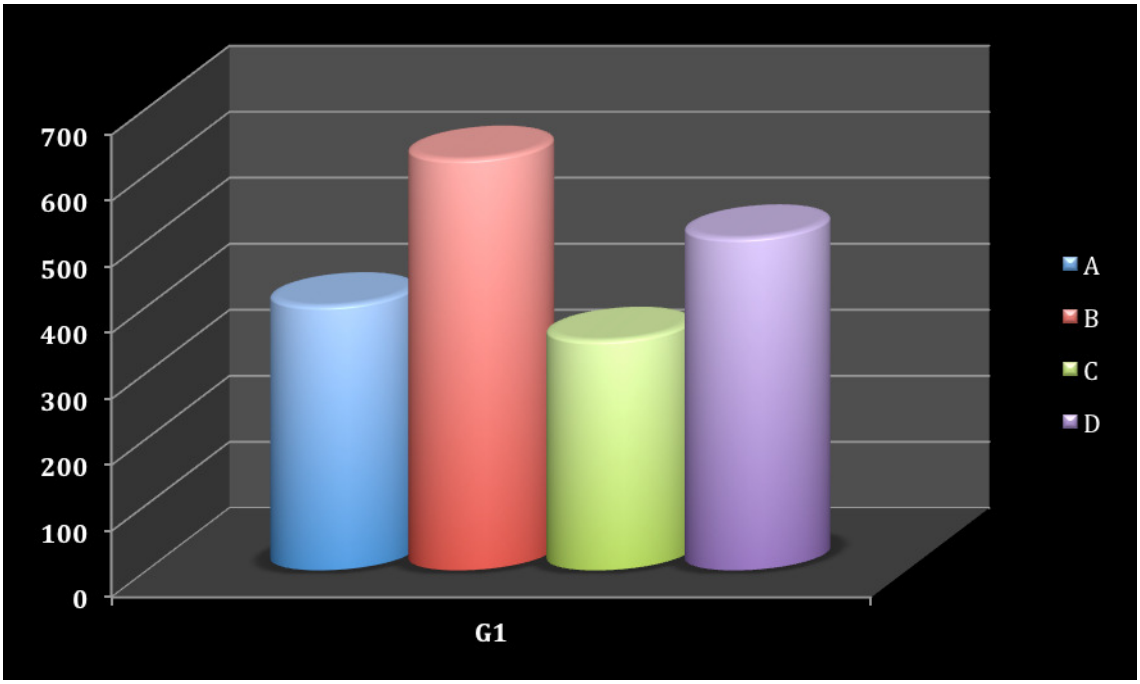


Şekil 4-8: Ferrule oluşturulması ile grupların kırılma dayanımında meydana gelen artış miktarı

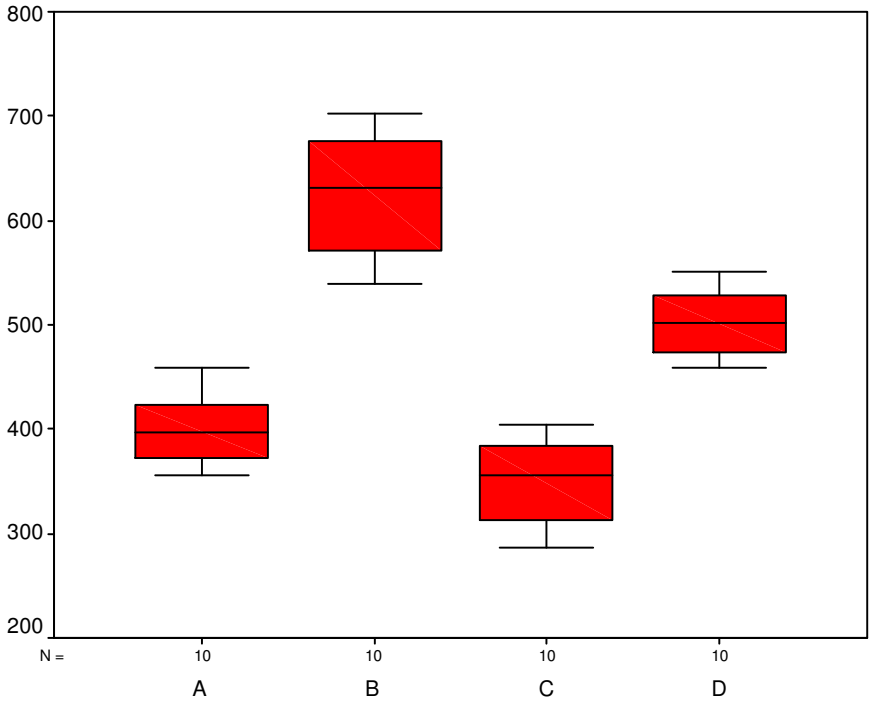
Tablo 4-7: Ferrule oluşturulmayan gruplarda post tipinin karşılaştırılması

G1	A		B		C		D		
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	p
Newton	*400,83*	*33,35*	**622,90**	**59,19**	348,54	42,49	***503,58***	***31,94***	**,000*** **

Ferrule oluşturulmayan gruplarda post tipinin etkisi tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD testi ile kırılma dayanımı açısından değerlendirildiğinde, post tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0,001$). En yüksek değerler standart kuartz fiber post ile birlikte yardımcı kuartz fiber postun kullanıldığı G1-B grubunda elde edilirken, en düşük kırılma dayanımı değerleri küçük çaplı cam fiber postun tek başına kullanıldığı G1-C grubunda saptanmıştır. G1-D grubuna ait kırılma dayanımı değerleri G1-A grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0,001$) (Şekil 4.9, 4.10).



Şekil 4-9: Ferrule oluşturulmayan gruplarda post tipinin karşılaştırılması

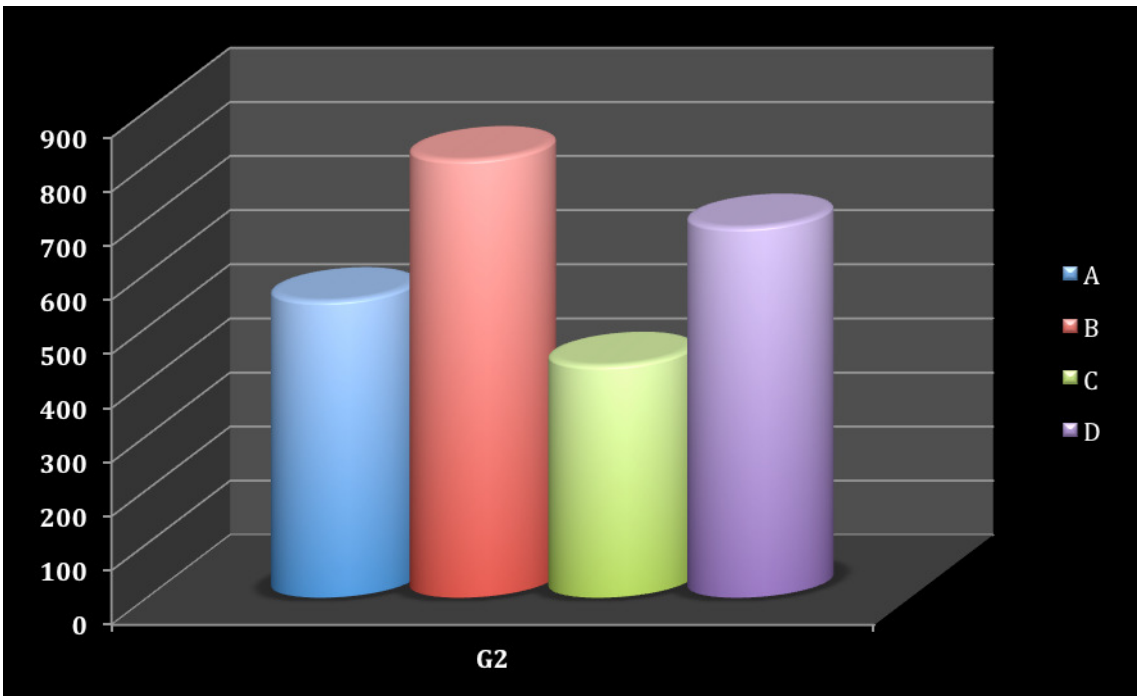


Şekil 4-10: Ferrule oluşturulmayan gruplarda post tipinin karşılaştırılması

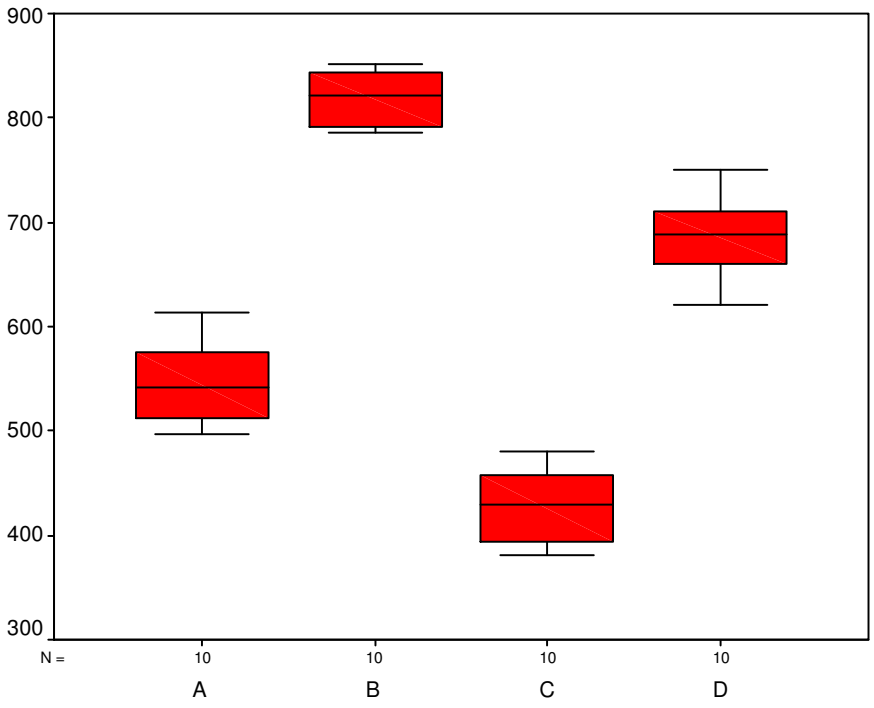
Tablo 4-8: Ferrule oluşturulan gruplarda post tipinin karşılaştırılması

G2	A		B		C		D		
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	p
Newton	*548,46*	*39,84*	**809,26**	**47,04**	429,15	36,82	***684,41***	***43,75***	**,000*** **

Ferrule oluşturulan gruplarda post tipinin etkisi tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD testi ile kırılma dayanımı açısından değerlendirildiğinde, post tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0,001$). En yüksek değerler G2-B grubunda elde edilmiştir. En düşük kırılma dayanımı değerleri G1-C grubunda izlenirken G1-A grubuna ait değerler G1-C grubundan, G1-D grubuna ait kırılma dayanımı değerleri ise G1-A grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir saptanmıştır ($p<0,001$). (Şekil 4.11, 4.12).



Şekil 4-11: Ferrule oluşturulan gruplarda post tipinin karşılaştırılması

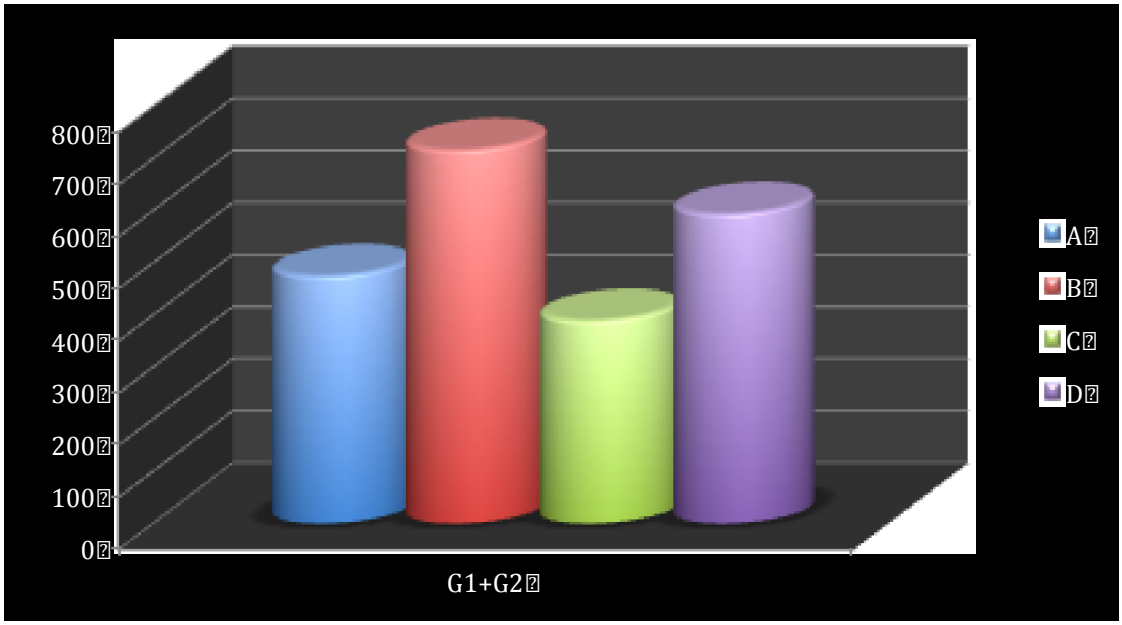


Şekil 4-12: Ferrule oluşturulan gruplarda post tipinin karşılaştırılması

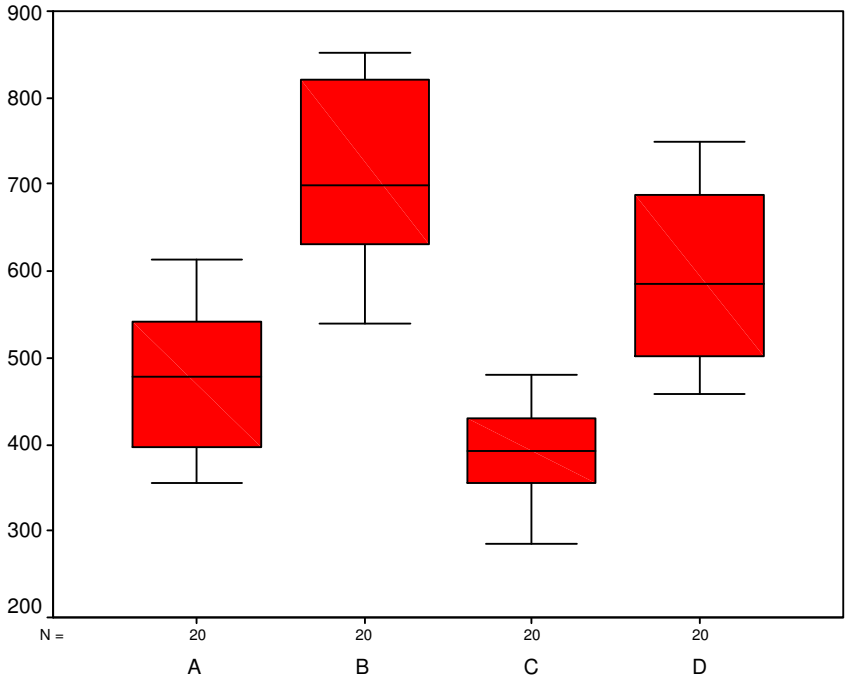
Tablo 4-9: Post tiplerinin ferruleden bağımsız olarak karşılaştırılması

	A (G1+G2)		B (G1+G2)		C (G1+G2)		D (G1+G2)		
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	p
Newton	*474,65*	*83,75*	**716,08**	**108,84**	388,84	56,64	***593,99***	***99,97***	**,000*** **

Ferruleden bağımsız olarak post tipi tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD testi ile karşılaştırıldığında, tüm grupların kırılma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (p<0,001). En yüksek kırılma dayanımı değerleri standart kuartz fiber post ve yardımcı kuartz fiber post kullanılarak restore edilen B grubu için elde edilirken, kök kanalının çapına uygun boyda cam fiber post ile restore edilen D grubunun kırılma dayanımı değerleri oval formdaki kuartz fiber post ile restore edilen A ve küçük çaplı cam fiber post kullanılan C gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olarak belirlenmiştir (p<0,001) (Şekil 4.13, 4.14).



Şekil 4-13: Post tiplerinin ferruleden bağımsız olarak karşılaştırılması

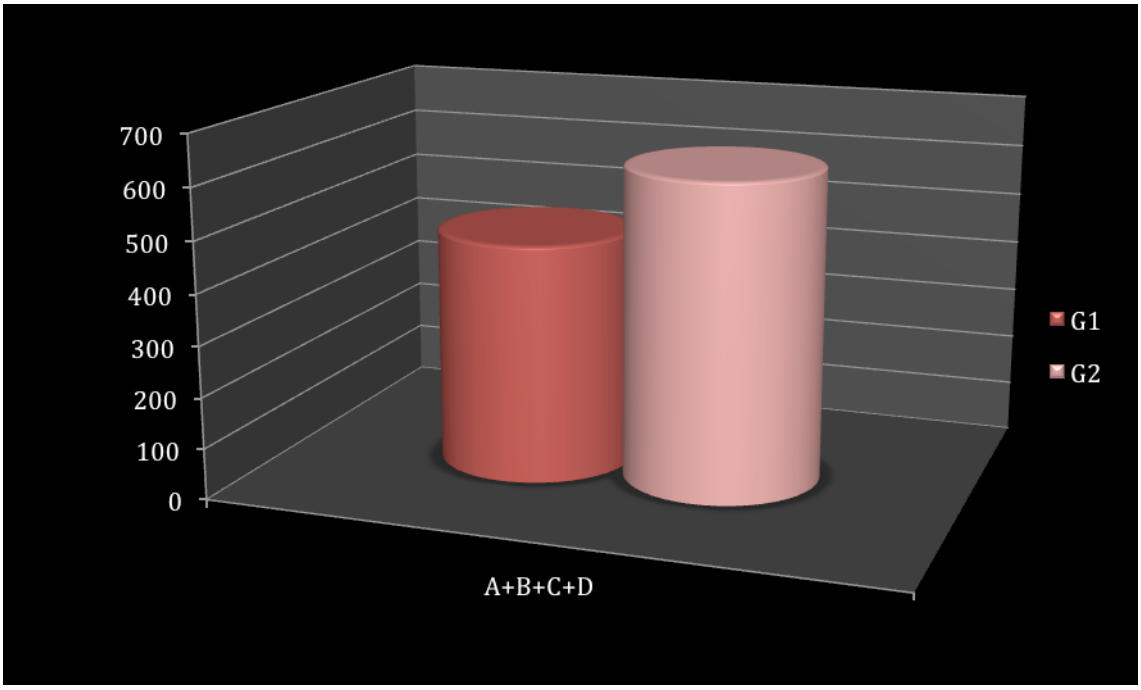


Şekil 4-14: Post tiplerinin ferruleden bağımsız olarak karşılaştırılması

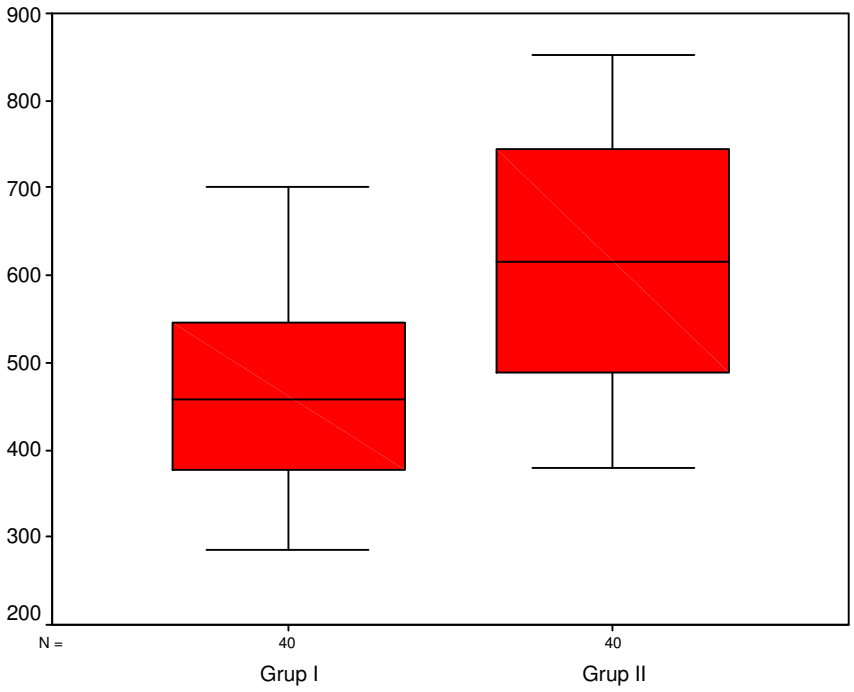
Tablo 4-10: Post tipinden bağımsız olarak ferrule etkinliğinin karşılaştırılması

	G1(A+B+C+D)		G2(A+B+C+D)		
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	p
Newton	468,96	114,06	**617,82**	**150,09**	**,000*** **

Post tipinden bağımsız olarak ferrule etkinliğinin Student's t testi ile değerlendirilmesi sonucunda, ferrule oluşturulmasının örneklerin kırılma dayanımını anlamlı derecede arttırdığı gözlenmiştir ($p<0,001$). G2 grubuna ait kırılma dayanımı değerleri G1 grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek olarak belirlenmiştir ($p<0.001$) (Şekil 4.15, 4.16).



Şekil 4-15: Post tipinden bağımsız olarak ferrule etkinliğinin karşılaştırılması



Şekil 4-16: Post tipinden bağımsız olarak ferrule etkinliğinin karşılaştırılması

Tablo 4-11: 2-yönlü varyans analizi sonuçları (2-way ANOVA)

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	1698478,522	7	242639,789	133,769	**,000*** **
Kesişim	23621876,228	1	23621876,228	13022,910	**,000*** **
GRUP	443179,144	1	443179,144	244,328	**,000*** **
ABCD	1219863,994	3	406621,331	224,173	**,000*** **
GRUP-ABCD	35435,384	3	11811,795	6,512	**,001*** **
Hata	130598,696	72	1813,871		
Toplam	25450953,44	80			
Düzeltilmiş Toplam	1829077,218	79			

Yapılan iki yönlü varyans (2-Way ANOVA) analizi sonucunda, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- G2 ortalama değerleri G1'e göre anlamlı derecede daha yüksektir.($p<0.001$).
- B grubu ortalama değerleri A, C ve D grubu değerlerine göre anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.001$).
- D grubu ortalama değerleri A ve C grubu değerlerine göre anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.001$).
- A grubu ortalama değerleri C grubu değerlerine göre anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.001$).

5. TARTIŞMA

Endodontik tedavili dişlerin post-core restorasyonları kullanılarak sabit protezlerle restore edilmelerinde çok sayıda değişken dikkate alınmalıdır. Tedavi seçenekleri belirlenirken kalan kuronal dentin dokusu miktarı ve preparasyonu (6, 33), kök kanalının şekli ve genişliği (114, 117), kök kanalı ve seçilecek post geometrisi arasındaki uyum (117, 43), postun tasarımı ve yapıldığı materyal (5, 132), post ile core yapısı arasındaki retansiyon (32), adeziv sistemin kullanılması ve uygulama tekniği (3) gibi önemli etkenler tek tek değerlendirilmelidir. Heydecke ve ark. (83), endodontik tedavili dişler için uygun restorasyon seçiminde estetik ve dayanıklılığın belirleyici kriter olduğunu bildirmektedirler.

Bu in-vitro çalışmamızda, yukarıda sıralanan değişkenlerden yola çıkarak, seçilen bazı tedavi değişkenlerinin endodontik tedavi sonrasında post uygulanan üst kanin dişlerinin kırılma dayanımları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu noktadan hareketle şu hipotezler oluşturulmuştur. Fiber ile güçlendirilmiş postlarda farklı geometrik tasarımların kırılma dayanımı değerlerine etkileri, post-kök kanalı arasındaki siman boşluğunun yardımcı fiber postlarla desteklenmesinin etkinliği, aynı boyuttaki kök kanal boşluklarına 2 farklı çaptaki fiber post uygulamasının kırılma dayanımı üzerindeki etkileri ve kalan kuronal dentin dokusu miktarının yeterli olduğu vakalarda 2 mm yüksekliğinde ferrule oluşturulmasının etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Post-core restorasyonlarını içeren in-vitro testlerin sonuçları değerlendirilirken, test parametreleri ve aşamaları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Endodontik tedavili dişlerin postlar ile restorasyonunu klinik olarak simüle etmek amacıyla araştırmalarda sıklıkla santral kesiciler ya da kanin dişleri tercih edilmektedir (5, 6, 12, 33, 111, 131, 136, 144, 158, 184, 215). Çalışmamızda oval kök kanal formuna sahip kök kanallarının kullanılması amaçlandığından üst kanin dişlerinin kullanılmasına karar verilmiştir (19, 167, 208, 209, 211).

Doğal dişler uzunluk, genişlik, kök kanallarının lokalizasyonu, dentinde mikro çatlakların varlığı bakımından farklılıklar göstermektedir (120, 140). Bu nedenle mine-

sement sınırında dişlerin M-D ve B-L çapları ölçülerek benzer boyutlardaki diş kökleri çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir.

Çalışmamızda kalan kök yapısı üzerinde ferrule oluşturulan gruplarda dişlerin kuron kısımları mine-sement sınırının 2 mm kuronalinden ayrılmıştır. Aynı yöntem başka araştırmacıların çalışmalarında da kullanılmıştır (9, 131, 144, 213). Postun kök kanalı içindeki derinliği mine-sement sınırından itibaren 8mm olarak sabitlenerek postun kök kanalı içindeki uzunluğunun kök uzunluğunun 2/3'ü le sınırlandırılması ve apikalde 4 mm kanal dolgusunun bırakılması belirlenirken de önceki çalışmalar da belirtilen esaslar dikkate alınmıştır (86). Diş kökünün kemik içerisinde olduğu klinik durumu yansıtmak amacıyla, kökler mine-sement sınırının 2 mm altında akrilik bloklara gömülmüştür (9, 11).

Bazı çalışmalarda periodontal ligamanı simüle etmek amacıyla kökün etrafında şok absorbe edici tabaka olarak silikon bir katman kullanılmaktadır (6, 14, 42, 44, 122). Diğer taraftan yapılan bir çalışmada periodontal ligamanın simüle edilmesinin yorgunluk çalışmalarında önemli olabileceği, ancak statik yükleme yapılan çalışmalarda anlamlı bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (60). Bu nedenle önceki çalışmalara benzer olarak (60, 107, 119) bizim çalışmamızda da periodontal dokular simüle edilmemiştir. Bu sayede testler esnasında örneklerin akrilik bloklardan ayrılması olasılığı da elimine edilmiştir.

Sonuçların klinik koşulları yansıtabilmesi amacıyla, tüm örnekler alt yapı formunda hazırlanarak üretilen tam seramik kuronlar ile restore edilmişlerdir (115, 184, 186). Deney örneklerinin kırılma dayanımı değerlerini belirlemek amacıyla, üniversal test cihazında, dişin uzun eksenine 135° açı ile ve 1 mm/dk. hızla baskı kuvveti uygulanmıştır. Kuvvet uygulama açısının 135° olarak belirlenmesinin nedeni, Class I oklüzyonda, üst ve alt çenede kesici dişler arasındaki açının yaklaşık olarak 135° olmasıdır. Benzer uygulamalar diğer araştırmacılar tarafından da çalışmalarında gerçekleştirilmiştir (110, 131, 135, 141). Diğer taraftan kök-post-core restorasyonlarındaki başarısızlıkların klinik olarak hasta ağzında uzun dönem fonksiyonda kaldıktan ve tekrarlayan yüklemeler sonucunda meydana geldiği bildirilmektedir. Bu nedenle statik baskı kuvvetlerinin yerine düzenli aralıklarla tekrarlayan yükleme ve yorgunluk testlerinin de kullanılmaları önerilmektedir (85, 88).

Çalışmamızda farklı geometrik tasarım özelliklerine sahip post sistemlerinin kök kırığı direncine etkisi ferrule etkinliğinden bağımsız olarak incelendiğinde, standart dairesel kuartz fiber postun yardımcı kuartz fiber post ile desteklendiği deney gruplarının kırılma dayanımı değerlerinin diğer tüm post sistemlerinden istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek değerler gösterdiği saptanmıştır ($p<0,001$). Akkayan (6), 4 farklı post (kuartz fiber, cam fiber, cam+zirkonya ve zirkonya) sisteminin kullanıldığı çalışmalarında, kuartz fiber ile güçlendirilmiş postların kırılma dayanımlarının diğer tüm estetik post sistemlerinden daha yüksek değerler gösterdiğini bildirmişlerdir. Akkayan bu durumu kuartz fiber postların elastiklik modülünün tüm post tipleri arasında dentine en yakın değerde olmasına bağlamıştır. Bizim çalışmamızda da dairesel kuartz fiber ile güçlendirilmiş postlar kullanılarak restore edilen örneklerin kırılma dayanımları istatistiksel olarak en yüksek değerleri vermiştir ($p<0,001$). Akkayan ve Gülmez (5), diş köklerinin titanyum, kuartz fiber, cam fiber ve zirkonya postlar ve metal kuronlarla restore edildiği çalışmalarında da, kuartz fiber ile güçlendirilmiş postlar kullanılarak restore edilen grubun kırılma dayanımı değerlerini 894,36 N olarak belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızın sonuçlarında ise 622,90 N ortalama kırılma dayanımı değerleri belirlenmiştir. Söz konusu her iki çalışmanın sonucunda elde edilen değerlerin bizim çalışmamızda elde edilen değerlerden yüksek olmasının, post-core uygulaması sonrasında dişlerin metal kuron protezleri ile restore edilmesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Al-Wahadni ve ark (12), diş köklerini 3 farklı post sistemi (titanyum, cam fiber ve karbon fiber) ve kompozit core yapıları ile restore ettikleri çalışmalarında, 1,5 mm çapında cam fiber postlar ile restore edilen köklerin kırılma dayanımını 393.9 N olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada örnekler kuron protezleri ile restore edilmemiş, core üst yapı üzerinden kuvvet uygulanarak kırılma dayanımları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen değerlerinin, bizim çalışmamızda benzer çaptaki cam fiber post ile restore edilen örnek grubunun kırılma dayanımı değerlerinden (503,58 N) daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu farklılık çalışmamızda tüm grupların tam seramik kuronlar protezleri ile restore edilmesine karşın, söz konusu çalışmanın sonuçlarının yalnızca post-core sistemine ait kırılma dayanımı değerlerini göstermesiyle açıklanabilir. Bunun yanı sıra bizim çalışmamızda 1 mm/dk. olan yükleme hızı, bu çalışmada 10 mm/dk. olarak bildirilmiştir. Bu farklılık da sonuçlar arasında varyasyonların ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir.

Da Silva ve ark. (42), cam fiber post ve alümina seramik kuronlar ile restore ettikleri grubun kırılma dayanımı değerlerini 712,7 N olarak tespit etmişler, ferrule oluşturulması ile birlikte grubun kırılma dayanımı değerlerinin 919,9 N'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise cam fiber post ile restore edilen grupların kırılma dayanımı değerleri 503,58 N olarak belirlenmiş, ferrule oluşturulması ile birlikte 684,41 N'a yükselmiştir. Araştırmacının çalışmasında her iki grup için de kırılma dayanımında elde edilen yüksek değerlerin, bizim çalışmamızdan farklı olarak yüksek dirençli alümina seramik kuronların kullanılması olduğu kanısındayız.

McLaren ve ark. (122), kuartz fiber ve cam fiber postların kullanıldığı ve post tipinin kırılma dayanımına etkisinin araştırıldığı çalışmalarında, kuartz fiber postlar ile restore edilen örnek grubun kırılma dayanımı değerlerini 170,34 N; cam fiber postlar ile restore edilen örnek grubun kırılma dayanımı değerlerini ise 153,59 N olarak saptamışlardır. Bizim çalışmamızda da dairesel kuartz fiber postun yardımcı kuartz fiber post ile desteklendiği grubun kırılma dayanımı değerlerinin (622,90 N), cam fiber post ile restore edilen grupların kırılma dayanımı değerlerinden (348,54 N-503,58 N) istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,001$). Çalışmanın sonucunda elde edilen değerlerin bu çalışmadaki değerlerden daha düşük olmasının, baskı kuvvetinin core üst yapı üzerinden uygulanmasına ve uygulanan kuvvetin giderek artan özellikte olmasına bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Cormier ve ark. (40), diş köklerini 6 farklı post sistemi kullanarak restore etmişler ve post-core-kuron sisteminin tüm yapım aşamaları için ayrı ayrı kırılma dayanımı değerleri belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, 1,5 mm çapında cam fiber postlar, 1 mm ferrule yüksekliği, kompozit core ve Au-Pd alaşımından üretilen döküm metal kuronlar ile restore edilen örneklerin kırılma dayanımı değerleri 207,3 N olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda 1,5 mm çapında cam fiber postlar ile restore edilen örnek grubunun kırılma dayanımı değerleri ferrule oluşturulmadığı halde 503,58 N olarak belirlenmiştir. Söz konusu araştırmada, post-core-kuron sisteminin kırılma dayanımı değerlerinin düşük olmasının, üst ön bölge dişlere travma gelmesi durumunu simüle etmek amacıyla uzun eksene 90 derece açı ile kuvvet uygulanmış olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Bir objenin belirli bir stres altında boyutsal değişime karşı koyma yeteneği, o objenin elastiklik modülüne bağlıdır ve objeyi oluşturan materyallerin fiziksel

özellikleri hakkında fikir vermektedir (68, 103). Endodontik tedavili dişlerin, dentine benzer elastiklik modülüne sahip postlar ile restore edilmesinin kök kırığı riskini azalttığı kanıtlanmıştır (5, 51, 115, 168, 172). Kırılma dayanımı ile ilgili daha önceden yapılmış olan çalışmalar, fiber postlar ile restore edilen dişlerde meydana gelen kök kırıklarının, köke daha az zarar verdiği ve dentine benzer elastiklik modülü nedeniyle tekrar restore edilebilir olduğunu göstermiştir (5, 139, 153). Yapılan çalışmalar, döküm post ve core'lar ile restore edilen dişlerde, fiber postlara kıyasla geri dönüşümsüz kırıkların daha sıklıkla meydana geldiğini ve fiber postlarla restore edilen dişlerde görülen kırıkların daha ziyade core yapısında görülen ve onarılması mümkün kırıklar olduğunu göstermektedir (84, 183). Maccari ve ark. (111), anterior dişlerin 3 farklı post sistemi ve metal kuronlar ile restore edildiği çalışmalarında, döküm postlar ile restore edilen örneklerin kırılma dayanımlarının fiber postlar ile restore edilen örneklerden 2 kat daha yüksek olduğunu, ancak fiber postlar ile restore edilen örneklerin klinik koşullara benzer değerlerde kırıldığını ve tüm kırıkların yeniden restore edilebilir türde olduğunu bildirmişlerdir. Dentine benzer mekanik özellikleri, diş dokusuna ve kompozitlere bağlanabilmeleri ve tamiri mümkün olmayan kök kırıklarına sebep olmamaları, fiber postları geniş kanallarda metal ya da seramik postlardan daha iyi bir tedavi alternatifi haline getirmektedir (57, 59, 84, 124, 125, 183, 184). Ancak bazı çalışmalar (53, 141, 183), metal içermeyen post sistemlerinin kullanımının yeterli miktarda kuronal diş dokusu bulunan ve kuron protezinin kalan diş dokusu tarafından desteklendiği durumlarla sınırlı olabileceğini, madde kaybının daha fazla olduğu durumlarda istenilen dayanıklılığın sağlanabilmesi için metal ya da seramik post ve core'ların kullanılması gerektiğini bildirmektedirler. Söz konusu araştırmacıların aksine, bizim çalışmamızda da fiber postlar ile restore edilen ve ferrule oluşturulmayan gruplardan elde edilen kırılma dayanımı değerleri, hiç kuronal diş dokusunun bulunmadığı durumlarda da fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri kullanılarak yeterli kırılma dayanımının elde edilebildiğini göstermektedir.

Kök-post-core sisteminin kırılma dayanımı, endodontik tedavi görmüş dişlerin mekanik stabilitesini sürdürebilmek adına çok önemlidir. Ancak bundan sonra kalıcı bir protetik restorasyonun yapımı düşünülebilir (81). Post ile kök kanalının uyumlu olması, diş ve post-core sisteminin biyomekanik performansında önemli rol oynamaktadır (173). Postun kök kanalına uyumunun minimal diş dokusu kaybı ile sağlanabildiği durumların, endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda konservatif ve uzun süre

başarılı bir tedavi alternatifi sağlandığı günümüzde kabul edilmiş bir kavramdır (185). Kullanılan post materyalinden bağımsız olarak, seçilen post ve kök kanalı arasındaki şekil benzerliği önemli bir faktördür. Ancak bu konu, özellikle oval kanallı dişler için yeterli ilgiyi görmemiştir. Bazı durumlarda kök kanalı anatomik olarak oval kesitli olmakta ya da endodontik tedavi esnasında kök kanalı şekillendirilirken oval form kazanabilmektedir (112, 149, 156, 206). Wu ve ark (211), kök kanal kesitinde geniş çapın, dar çapa oranının ≥2 olduğu durumlarda, kanalın oval kesitli olarak kabul edilebileceğini bildirmiştir. Oval kesitli kök kanalları, kanalın tam olarak şekillendirilip temizlenmesine imkan vermemesi nedeniyle endodontik başarısızlığın en önemli nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir (205, 209). Birçok çalışmada, endodontik aletlerin dairesel kesiti nedeniyle oval kanallarda şekillendirilmeyen alanlar kalacağından bahsedilmektedir (36, 169, 170, 205, 209, 211). Wu ve ark. (211), geleneksel nikel-titanyum aletlerin kullanımının kanalın içinde merkezde konumlanan dairesel bir boşluk oluşturup, çalıştığı bölgede smear tabakası oluşumuna neden olduğunu, diğer taraftan şekillendirilemeyen alanlarda pulpa artıkları ve enfekte dentin dokusunun kalmasına neden olduğunu bildirmiştir. Çürük, iç rezorpsiyon, gelişimsel anomaliler veya iyatrojenik nedenlerden dolayı aşırı derecede genişlemiş olan (136), veya kanalın oval formda olduğu durumlarda (206), kök kanallarının fiber postlarla restorasyonunda da, kanalın formu nedeniyle bir takım zorluklar ortaya çıkmaktadır. Oval kanal formu, post boşluğu hazırlanırken de döner aletler ile ulaşılamayan alanların kalmasına sebep olmaktadır (36, 209, 211). Bu alanların post boşluğunun hazırlanmasını takiben kanaldan uzaklaştırılmamış dolgu materyali ve debris ile dolu olacağı ve adeziv bağlantının olumsuz etkileneceği, sonuçta postun yerinden uzaklaşma riskini arttırdığı bildirilmektedir (36). Bu tür durumlarda döküm metal postların kama etkisi oluşturması, prefabrike postların ise kanala uyumunun yetersiz olması nedeniyle tedavinin başarısı olumsuz etkilenmektedir (22).

Oval post boşluğu ile uyumlu olmayan, prefabrike dairesel postlar kullanıldığında, oval kanal formunun modifiye edilmesi gerekmektedir. Postu uyumlandırmak için prefabrike post sistemine ait frezler ile oval kanalın anatomisi dairesel postun formuna uygun hale getirilmekte, bu durum sağlam dentin dokusunun uzaklaştırılması ve kökün dayanımının azalması ile sonuçlanmaktadır. Diş dokusunu korumak amacıyla, kanalın formunu postun formuna göre modifiye etmek yerine küçük çaplı bir post seçildiğinde ise, postun çevresindeki siman kalınlığında artış

gözlenmektedir (36, 51, 74, 75, 152). Bizim çalışmamızda küçük çaplı cam fiber postun kullanıldığı grupların kırılma dayanımı değerlerinin diğer tüm gruplardan istatistiksel anlamlı olarak daha düşük olmasının, kök kanalından daha küçük çaplı olan postun çevresindeki siman tabakasının kalın olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Fiber postların klinik performansında, postun çevresindeki reçine siman kalınlığı kritik bir rol oynamaktadır (146). Yapılan çalışmalar, prefabrike postlar ile reçine simanların bağlanma dayanıklılığının, reçine simanın tipinden, post materyalinden, post materyaline uygulanan yüzey işleminden ve preparasyon sırasında oluşan siman aralığından etkilendiğini göstermiştir (7, 8, 80). Postun çevresindeki siman kalınlığı, post ve post boşluğu arasındaki uyum ile ilgilidir. Post kanal duvarlarına ne kadar iyi adapte olursa, postun çevresindeki simanın kalınlığı da o kadar az olacaktır (41). Fiber postlar kök kanalı boşluğuna tam olarak adapte olduğunda ve kanal duvarları ile arasında ince ve eşit kalınlıkta siman ile çevrelendiğinde, klinik olarak başarılı sonuçlar elde edilmektedir (126, 156, 199). Postun çevresindeki siman kalınlığında farklılıklar olması, homojen olmayan stres iletimi ile sonuçlanmakta ve uzun dönemde postun kaybedilmesine neden olabilmektedir (156). Zhi-Yue ve ark. (213), post boşluğuna uyumlu olarak hazırlan postun, stres dağılımının da daha uniform olacağını bildirmişlerdir.

Çeşitli çalışmalarda, oval forma sahip kök kanalları gibi, postun dairesel formundan farklı bir forma sahip kanallarda, post formu ile kanal formu arasındaki uyumsuzluktan bahsedilmiştir (74, 75, 152, 208). Oval kanallar gibi aşırı genişletilmiş kanallarda da geniş çaplı standart bir fiber post kullanıldığında bile dentin duvarı ile post arasında kalın bir siman tabakasının ortaya çıkabildiği bildirilmiştir (51, 148). Reçine esaslı simanın elastiklik modülü dentinden ve de fiber postlardan daha düşüktür (41, 68, 103, 143, 148). Reçine esaslı siman için 6.8 – 10.8 MPa, kompozit reçine için 5.7 – 25 MPa elastiklik modülleri minimum ve maksimum değerlerdir. Siman film kalınlığının 500 μm'yi aştığı durumlarda post ile dentin arasındaki bağlantı kuvveti azalacağından, dentine benzer mekanik özelliklere sahip olan bir kompozitin dentin duvarlarını daraltmak için kullanımı önerilmektedir (148). Fiber post ile kök kanalı arasındaki boşluğun doldurulması amacıyla fiber postun çevresine kompozit esaslı bir dolgu materyali sarılarak kanalın formuna uyumlu anatomik bir post elde edilmesi bir tedavi alternatifi olarak bildirilmiştir (22, 77). Bu sayede postun kanala uyumu ve

retansiyonunun artacağı, siman kalınlığı ve adeziv başarısızlıkların azalacağı düşünülmektedir (51, 77).

Dairesel prefabrike postun kanala uyumunun yetersiz olması nedeniyle, kanalın anatomik formuna uygun postlar elde etmek için başka tedavi alternatifleri de ileri sürülmüştür. Reçine esaslı siman ile postu kombine ederek anatomik post elde etmek (77), post boşluğundan alınan ölçü referans alınıp, silindirik postun aşındırılması ile kanalın formuna benzer form elde edilmesi (74, 152), postun çevresinde kalan boşlukların fiber bantlar kullanılarak doldurulması ve bu yöntemler ile vakaya özel prefabrike bir post elde edilmesi (25) önerilen tedavi alternatifleri arasındadır. Bu sayede siman kalınlığında azalma sağlanarak post-kök kanalı uyumunun ve dişin dayanıklılığının arttırılması amaçlanmaktadır (25).

Oval kesitli köklerin postlar ile restorasyonunda, standart tek bir post yerine bir çok küçük çaplı postun kullanılması ile post boşluğunun doldurulması (153, 156) ya da ana fiber postun yanında yardımcı küçük çaplı postların kullanılması (22, 156) en yeni tedavi alternatifleri arasındadır. Tüm bu sistemlerin, postun çevresindeki siman kalınlığında azalmaya neden olmasının yanı sıra, tedavi sonuçları üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir. Araştırmacılar, fiberlerin ve reçinenin kullanım oranı ile dişin kırılma dayanımı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir (22, 136). Postun etrafındaki boşlukların reçine esaslı siman yerine yardımcı postlar ile desteklenmesinin, siman kalınlığının azaltılmasının yanı sıra fiber miktarındaki artışa bağlı olarak da dayanıklılığı arttırdığı belirtilmektedir (22, 97). Fiberlerin yoğunluğu, çapı, reçine matrikse adezyonu post sistemleri arasında farklılık göstermektedir ve sistemlerin dayanıklılığı üzerinde etkili olmaktadır (76). Önceki çalışmalarda % 42 oranında fiber içeren postların oklüzal yükleri karşılamaya yetecek elastiklik modülünü sağladığı belirtilmiştir (65). Çalışmamızda kullanılan tüm fiber post tiplerinin ağırlıkça % 60 ve üzerinde fiber içeriğine sahip olduğu bilinmektedir. Dairesel formda standart fiber postun yanında yardımcı fiber postun kullanılması ile kök kanalına uyumlu bir postun elde edilmesinin amaçlandığı çalışmamızda da bu deney grubu istatistiksel olarak en yüksek kırılma dayanımı değerlerine sahip bulunmuştur.

Oval kesitli kanallar gibi postun sirküler kesitinden farklı kesite sahip olan kök kanallarında post-kök kanalı adaptasyonun üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (74, 75, 152). Braz ve ark. (25) ile Bonfante ve ark. (22), kök kanalında prefabrike postun

çevresinde kalan boşlukların yardımcı postlar ile desteklenmesinin ideal restorasyon yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Bonfante ve ark. (22), oval kanallı kökleri, ana cam fiber post ile yardımcı postları kombine ederek ve ana cam fiber postun etrafında daha önceden reçine emdirilmiş olan cam fiber bantları kullanarak restore etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Porciani ve ark. (156), küçük çaplı postları farklı kombinasyonlar ile bir arada kullandıkları ve standart postlarla karşılaştırdıkları çalışmalarında, standart postlar kullanıldığında çap arttıkça kırılma dayanımının da arttığını ancak küçük çaplı postların bir arada kullanılmasının standart postlara yakın kırılma dayanımı değerleri verdiklerini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada çok sayıda küçük çaplı postun kullanılması ile daha başarılı kök kanalı-post uyumu sağlanarak, siman aralığının minimuma indirildiği düşünülebilir. Araştırmacılar, çalışmalarının sonuçlarından yola çıkarak, oval kanallı köklerde standart fiber postun yardımcı postlar ile desteklenmesi ile daha başarılı sonuçlar elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da tek başına büyük çaplı dairesel bir post için daha fazla madde kaldırılması yerine küçük çaplı dairesel postun yardımcı post ile birlikte kullanılması ile daha yüksek kırılma dayanımı değerleri belirlenmiştir.

Hayashi ve ark. (81), kuartz fiber ve prefabrike metalik postların endodontik tedavili dişlerde kök kırığına etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, kuartz fiber postlar ile restore edilen örneklerin kırılma dayanımı değerlerini 560 N olarak elde etmişlerdir. Örnekler core ile restore edildikten sonra kırılma dayanımları test edilmiştir. Bizim çalışmamızda daha küçük çaplı ana kuartz fiber post ve yardımcı postun birlikte kullanılması ile restore edilen örneklerin kırılma dayanımı değerleri 622,90 N olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda küçük çaplı post kullanılmasına rağmen daha yüksek kırılma dayanımı değerleri elde edilmiş olmasının nedeninin tam seramik kuron restorasyonu üzerinden kuvvet uygulanmış olması olabileceği kanısındayız. Çalışmamızın sonuçlarına bağlı olarak, tek başına büyük çaplı standart bir post için ekstra yer oluşturup diş maddesi uzaklaştırmaktansa daha küçük çaplı standart post ile yardımcı postun birlikte kullanılması ile daha yüksek dayanıklılığın elde edilebileceğini düşünmekteyiz.

Son dönemde, oval kanal kesitine sahip köklerde kullanılmak üzere alternatif bir post boşluğu hazırlama tekniği geliştirilmiştir. Sisteme ait oval kesite sahip ultrasonik

bir uç (Ellipson Tip, Satalec, Acteon Group, Merignac, Fransa) oval kök kanal kesitine sahip dişlerde post boşluğu hazırlanması için kullanılmakta ve diş kökü yine aynı sistemin özel olarak üretilmiş oval kesitli kuartz fiber ile güçlendirilmiş postu ile restore edilmektedir (36). Oval frezler ile kombine olarak oval postlar kullanıldığında, post boşluğuna daha iyi uyumlu restorasyonlar elde edilebildiği, oval kanallarda oval formlu postların kullanılmasının daha kolay olduğu ve zamandan tasarruf sağladığı bildirilmektedir (37, 36). Ellipson ucun kanalın formunu koruduğu gibi, debris ve smear tabakasının uzaklaştırılması adına da efektif bulunduğu belirtilmiştir (36). Coniglio ve ark. (38), yaptıkları çalışmada oval kesitli Ellipson ucun kök kanala anatomisine sadık kalarak şekillendirme yaptığı ve oval fiber postlarla birlikte kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Oval kesite sahip bir kanalda yine oval kesitli bir frez ile post boşluğu hazırlanması sonucunda kök kanalında şekillendirilmemiş alanların kalma ihtimali ortadan kalkacak ve debris başarılı bir şekilde uzaklaştırılacaktır. Oval kesiti kök kanallarında yine oval kesite sahip ultrasonik ucun kullanımı, sirküler kesitli uçlar ve silindirik post sistemlerinin kullanılmasına kıyasla, smear tabakasının kanal duvarlarından daha iyi uzaklaştırılması ile sonuçlanmaktadır (37). Çalışmamızda Ellipson sistemi kullanılarak restore edilen gruplardan istatistiksel anlamlı olarak 3. en yüksek kırılma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Kök kanal formuna uyumlu olan Ellipson sisteminin kullanılması ve bu sayede kök kanalından gereksiz yere dentin dokusunun uzaklaştırılmamış olmasına ve postun çevresindeki siman kalınlığının da minimum olmasına rağmen elde edilen değerlerin düşük olmasının, sisteme ait postun mezio-distal (M-D) çapının dar olması nedeniyle daha kırılgan olmasından kaynaklandığı kanısındayız. Sistemin, alt kesici dişler gibi dar ve oval kök kanal kesitine sahip dişlerde kullanılmasının uygun olabileceği düşüncesindeyiz.

Prospektif ve retrospektif çalışmalarda post uygulamalarında en sık karşılaşılan başarısızlık tipinin reçine siman-post-core-restorasyon bileşiminde meydana gelen retansiyon kaybı olduğu bildirilmektedir (56, 41, 113, 125). Postun desimante olmasının en çok karşılaşılan başarısızlık tipi olduğunu gösteren çeşitli klinik çalışmalar da mevcuttur (57, 62, 117, 125).

Birçok in-vitro çalışmada, postların bağlantı kuvveti üzerinde farklı reçine siman kalınlıklarının etkisi değerlendirilmiştir (41, 80, 146, 155). Ancak literatürde postun retansiyonunu iyileştirecek ideal siman kalınlığı ile ilgili bir görüş birliği mevcut

değildir (41, 75). Bazı itme bağlanma dayanıklılığı çalışmaları, siman kalınlığındaki artışın fiber postların kök dentinine adezyonunu anlamlı olarak etkilemediğini bildirirken (80, 146), yapılan bir çalışmada (41), siman kalınlığının postların pull-out direncini etkilediğini belirtmiştir. D'arcangelo ve ark. (41), siman kalınlığı 0,3 mm den daha fazla arttığında, fiber postların retasiyonunun belirgin olarak azaldığını saptamışlardır. Araştırmacılar, en yüksek bağlanma dayanıklılığı değerlerinin siman kalınlığı 0,1-0,3 mm aralığında olduğunda elde edildiğini bildirmişlerdir. Siman tabakası daha kalın ya da daha ince olduğunda, postların retansiyonunda anlamlı derecede azalma gözlenmiştir.

Zoghieb ve ark. (215), üst kanin dişlerini cam fiber postlar ve metal kuronlar ile restore ettikleri çalışmalarında, kök kanalı genişletilerek direnci azaltılmış diş köklerinin kırılma dayanımı değerlerini incelemişlerdir. Kontrol gurubuna ait kırılma dayanımı değerleri 566.7 N iken, zayıflatılmış köklerin kırılma dayanımı değerleri 409 N olarak belirlenmiştir. Maccari ve ark. (111) ise, konik elmas frezler ile genişlettikleri kök kanallarını 3 farklı post-core sistemi (kuartz fiber + kompozit core, cam fiber + kompozit core ve döküm metal post-core) ve metal kuronlar ile restore etmişler, çalışmalarının sonucunda kırılma dayanımı değerlerini kuartz fiber ile restore edilen örnek grubu için 108,63 N, cam fiber ile restore edilen örnek grubu için 93,28 N olarak saptamışlardır. Her iki çalışmada da bizim çalışmamızda elde edilen değerlerden daha düşük kırılma dayanımı değerlerinin tespit edilmiş olmasının postun çevresinde genişlemiş olan kök kanalını doldurmak amacıyla fazla miktarda siman bulunması olduğu kanısındayız. Çalışmanın sonucu siman aralığındaki artışın kırılma dayanımını düşürdüğü görüşünü desteklemektedir. Bu durum, simanın koheziv direncinin azalmasına ve hatta dentine olan bağlantı kuvvetinin düşmesine neden olmuş olabilir. Birçok çalışmada siman tabakasının kalınlığının azaltılmasının adeziv başarısızlıklarını önlediği ve postun retansiyonunu arttırdığı belirtilmektedir (37, 156).

Braz ve ark. (25), ileri derecede genişlemiş kök kanallarını, ana fiber postun etrafına 3 yardımcı post yerleştirerek restore ettiklerinde, tüm tedavi alternatiflerinden daha yüksek dayanıklılık elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da, ana kuartz fiber postun yardımcı kuartz fiber post ile desteklendiği grupların kırılma dayanımı değerleri diğer tüm gruplardan istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,001$). Yardımcı fiber postun kullanılmasına bağlı olarak, postun

çevresindeki siman kalınlığının azalması ve kullanılan fiber miktarındaki artış nedeniyle örnek grubunun kırılma dayanımı değerlerinin artmış olduğunu düşünmekteyiz.

Tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) ile yapılan çalışmalar anatomik postların etrafındaki siman kalınlığının standart prefabrike postlardan 6 kat daha az olduğunu göstermiştir (22). Çalışmamızda oval kök kanallarında ana postun etrafındaki boşlukların yardımcı poslar ile desteklenerek kök kanal formuna uyumlu olan postların kullanıldığı gruplarda, ferrule etkinliğinden bağımsız olarak daha yüksek kırılma dayanımı değerleri elde edilmiştir.

Grandini ve ark. (75), anatomik ve standart postları kullanarak reçine siman kalınlığını değerlendirdikleri çalışmalarının sonucunda, eğer bir post özellikle de kuronal seviyede kanalın formuna uyum göstermezse sonuçta siman kalınlığının artacağını, siman tabakasında hava kabarcığı meydana gelme riski oluşacağını ve bu durumun postun retansiyonunu olumsuz etkileyeceğini bildirmişlerdir. Siman tabakasının ince olduğu durumlarda, materyalin yapısını zayıflatan hava kabarcığı ve boşlukların meydana gelme riskinin çok daha az olduğu bildirilmiştir. Üstelik ince bir siman tabakasında meydana gelecek olan polimerizasyon büzülmesi de minimal olacaktır (75).

Postların simantasyonu amacıyla kök kanallarına simanın gönderilmesi için farklı teknikler kullanılmaktadır. Simanın posta ve kanal duvarına sıvanarak uygulandığı ya da kök kanallarına lentülo yardımı ile gönderildiği durumlarda, geniş boşluk ve kabarcıkların oluştuğu çeşitli çalışmalar ile saptanmıştır (203, 204). Bunun yanı sıra simanın büyük miktarlarda ve tek katman şeklinde uygulanmasının polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak adeziv ara yüzde stres oluşumuna, hava kabarcıkları ile birlikte olunca simanın koheziv dayanımı ve dentine olan bağlantı kuvvetinde düşüşe neden olduğu belirtilmiştir (22). Valandro ve ark. (197), siman kalınlığı azaldıkça mikroporozite oluşma olasılığı ve polimerizasyon büzülmesinin azalacağını belirtmektedir. Tüm adeziv sistemler için, simantasyon sonrası bağlanma dayanıklılığı, kapalı bir kavitede açık bir kaviteye kıyasla anlamlı derecede azalmaktadır. Kök kanallarında, kapalı kavite nedeniyle yükselen C faktör daha fazla polimerizasyon stresine ve bağlanma dayanımında azalmaya neden olmaktadır (24).

Çalışmamızda iki farklı çaptaki cam fiber ile güçlendirilmiş post kullanılarak restore edilen gruplar arasında, daha büyük çaptaki cam fiber post ile restore edilen

grupların kırılma dayanımı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$). Bu sonucun oval forma bağlı olarak kök kanal boşluğunun dairesel formlu postun çapından daha geniş olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Yapılan bir çalışmada postun çapının arttırılması ile kök kırıklarının görülme sıklığının da arttığı bildirilmiştir (129). Benzer şekilde Zoghieb ve ark. (215), kökün dentin duvarlarının kalınlığı arttıkça, kırılma dayanımının da anlamlı derecede arttığını bildirmiştir. Alomari ve ark. (10), üst kesici dişlerde farklı çaplardaki post hazırlık frezlerini kullanarak, post boşluğu hazırlandıktan sonra geride kalan dentin kalınlığını ölçtükleri çalışmalarında, apikalden 5 mm uzakta dentin duvarlarındaki kalınlığın post frezinin çapının artması ile birlikte belirgin olarak azaldığını gözlemlemişlerdir. Tüm gruplarda bir çok dişte, 1mm den daha az dentin kalınlığına rastlandığını ve en çok bukkal taraftan madde kaldırıldığını tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçlarında görüldüğü üzere post için kök kanalı hazırlığı yapıldıktan sonra geriye kalan dentin duvarlarının kalınlığı post çapının artması ile birlikte azalmakta ve bu durum kırılma dayanımının azalmasına neden olmaktadır. Bizim çalışmamızda ise daha geniş cam fiber post ile restore edilen grubun kırılma dayanımı değerleri istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,001$). Elde edilen değerlerin yüksek olmasının, kök kanalının formunun bukko-lingual yönde oval olması nedeniyle post boşluğu hazırlanırken bukkal taraftan daha az dentin dokusunun uzaklaştırılmasından kaynaklandığı kanısındayız.

Dişin kuronal bölümünde sağlam kalan diş dokusu miktarı arttıkça, postlarla restore edilen dişlerin kırılma dayanımının ve klinik başarısının arttığı bildirilmektedir (141). Ferrule oluşturulması, post ile restore edilen dişlerde uzun dönem başarıda önemli bir faktördür ve fonksiyonel kaldıraç kuvvetlerine, konik postların kama etkisine, postun yerleştirilmesi sırasında meydana gelen lateral kuvvetlere karşı endodontik tedavili dişin yapısal bütünlüğünü korumaktadır. Ancak endodontik tedavili dişlerin büyük çoğunluğunda dişin kuronal bölümünde yatay yönde madde kayıpları bulunduğundan, geride kalan diş maddesinin sıklıkla ferrule hazırlığı için elverişli olmadığı bildirilmektedir (186, 27). Ferrule oluşturulması mümkün olmadığında, streslerin post ve core birleşiminde yoğunlaştığı (108), oklüzal yüklerin post sistemi

tarafından karşılandığı (213) ve bu durumun postun kırılması ya da kökün kırılması ile sonuçlandığı bildirilmektedir (213).

Bir çok araştırmacı (44, 88, 144, 147, 186, 202), mine-sement sınırı üzerinde 2mm ferrule oluşturulmasının gerekliliğinden bahsetmiştir. Ferrule oluşturulmasının stres iletimi üzerinde önemli etkisi olduğu, post-core ile restore edilen dişin farklı bölümlerini birleştirici etki gösterdiği, rotasyonel kuvvetlere direnç sağladığı ve simanın devamlılığının korunmasını sağladığı bildirilmiştir (131). Ferrule'ün, post-core birleşiminde yoğunlaşan streslerin kökün 1/3 kuronal bölümünde daha geniş alana yayılmasını sağladığı (108) ve kullanılan postun sistemin başarısızlık tipi üzerindeki etkisini azalttığı bildirilmiştir (158). Ferrule yüksekliğinin az olduğu ya da ferrule oluşturulamayan durumlarda, oklüzal yüklerin postun esnemesine ve kuronun kenar bitim sınırında siman tabakasında çatlama ve mikrosızıntı oluşmasına, bunun sonucu olarak da sekonder çürük oluşumu ve zaman içerisinde restorasyonun kaybedilmesine neden olacağı belirtilmektedir (44).

Kuron protezi ile restore edilmeden kök-post-core sisteminin kırılma dayanımının değerlendirildiği çalışmalar, post-core sisteminin performansı hakkında bilgi vermekle birlikte, ferrule ve kuron protezi gibi klinik uygulamaların eksikliği nedeniyle sonuçlar bakımından yanıltıcı olabilmektedir (191). Bunun yanı sıra, ferrule etkisini inceleyen birçok çalışma in-vitro olarak gerçekleştirilmiştir. Bunun nedeninin, ağız ortamının kompleks yapısının net sonuçlar elde edilmesini zorlaştırması olduğu bildirilmiştir (188). Ferrule etkisi üzerine yapılan araştırmaların çoğu üst santral ve kanin dişleri temel alınarak gerçekleştirildiğinden (111, 131, 136, 144, 158), bu konudaki klinik yaklaşımlar ön bölge dişler ile sınırlı tutulmalıdır. Arka dişlerde ferrule etkinliği için daha fazla araştırmalara gerek olduğu bildirilmektedir (73).

Sorensen ve Engelman (186), dikey yüksekliği 1 mm olan ferrule ile hazırlanan dişlerin, ferrule bulunmayan dişlere göre iki kat daha fazla kırılma direnci gösterdiğini saptamışlardır. Başka bir çalışma ise dikey yönde 1,5-2 mm olan ferrule ile maksimum başarılı sonuçların alındığını göstermiştir (188). Shillingburg ve ark. (182), ferrule hazırlığını post-core ile restore edilen kuron sisteminin üçüncü unsuru olarak kabul etmekte ve kökün post tarafından kırılmasını önlediğini belirtmektedirler (192). Akkayan (6), 3 farklı ferrule yüksekliğinin etkinliğini (1.0 mm, 1.5 mm ve 2.0 mm) değerlendirdikleri çalışmalarında, 2 mm ferrule uzunluğu elde edilen örneklerde tüm

post tiplerinde kırığa yol açan kuvvetlerin belirgin olarak daha yüksek olduğunu ve post tipinden bağımsız olarak tüm örneklerde kırılma dayanımı arttırdığını bildirmişlerdir. Da Silva ve ark. (42), farklı post ve kuron tipleri ile restore ettikleri örneklerin kırılma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında, 2mm ferrule oluşturulmasının tüm örneklerin kırılma dayanımını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Lima ve ark. (44) cam fiber postları 2 mm ferrule ile ve ferrule oluşturmadan restore ettikleri ve kalıcı restorasyon olarak metal kuronların kullanıldığı çalışmalarında ferrule hazırlığının endodontik tedavili dişlerin dayanıklılığını anlamlı derecede arttırdığı sonucuna varmışlardır. Pereiro ve ark. (144), ferrule yüksekliğindeki artışa paralel olarak dişin kırılma dayanımının da arttığını belirtmişleridir. Bizim çalışmamızda da ferrule oluşturulan gruplara ait kırılma dayanımı değerleri, ferrule oluşturulmayan gruplardan anlamlı derecede daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Clarisse ve ark. (33), farklı kuronal dentin dokusu miktarına sahip dişleri kuartz fiber postlar ve metal kuronlar ile restore ettiği çalışmasında, 2 mm ferrule yüksekliğine sahip örneklerin kırılma dayanımını 607 N, kuronal dentin dokusu bulunmayan örneklerin kırılma dayanımını 172 N olarak tespit etmişlerdir. Kalan kuronal dentin dokusunun dişin kırılma dayanımı üzerin etkili olduğunu, core yapısı ile restorasyonun bitim sınırı arasında çepeçevre dentin dokusu bulunmasının kırılma dayanımını beliğin şekilde etkilediğini belirtmişlerdir.

Al-Hazaimeh ve Gutteridge (9), prefabrike post ve kompozit core uyguladıkları örnek gruplarında ferrule etkinliğini değerlendirmek üzere, ferrule oluşturulmayan ve 2.0 mm yüksekliğinde ferrule oluşturulan iki farklı örnek grubu oluşturmuşlar, reçine esaslı siman ile post ve kuronların simantasyonunu takiben, örneklere kırık oluşana dek baskı kuvveti uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda, gruplar arasında anlamlı fark bulunamamış ve bu durum reçine simanın ferrule uzunluğunun etkisini maskelemesi şeklinde değerlendirilmiştir. Kırık oluşturan kuvvetler arasında anlamlı fark bulunmamasına rağmen, meydana gelen kırık şekilleri farklı olmuştur. Ferrule oluşturulan grupta oblik kırıklar görülürken, ferrule oluşturulmayan grupta dikey kök kırıkları meydana gelmiştir. Yapılan bir çalışmada ise (145), ferrule hazırlığının dişin kırılma dayanımını arttırmadığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada da, örnekler kuron protezleri ile restore edilmeden, core üst yapı üzerinden kuvvet uygulanması sebebiyle, ferrule etkisinin maskelenmiş olduğu ve kuronlar ile restore edilmeyen örnek grupları

için ferrule etkisinden bahsedilemeyeceği düşüncesiyle, bu örnek gruplarında ferrule etkisine ait çalışma sonuçlarının güvenilirliğinin yanıltıcı olabileceğini düşünmekteyiz.

Forberger ve Göhring (61), 2 mm ferrule yüksekliği oluşturdukları diş köklerini cam fiber postlar ve lityum disilikat esaslı tam seramik kuronlar ile restore etmişlerdir. Köklerin kırılma dayanımı 1092 N olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada cam fiber postlar ile restore edilen grupların kırılma dayanımı değerleri 429,15 N ve 684,41 N olarak saptanmıştır. Araştırmacıların çalışmasında elde edilen kırılma dayanımı değerlerinin yüksek olmasının nedeninin çalışmanın premolar dişler kullanılarak gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonucunda, deney örneklerinin hiç birinde dikey kök kırığı meydana gelmemiş, tüm kırık tipleri tekrar restore edilebilir tarzda gerçekleşmiştir. Çalışmamızda lityum disilikat esaslı kuron protezlerinin kullanılmış olması, kök dentininde dikey kırıklara neden olacak yıkıcı streslerin iletilmesinden önce kuron protezinin kırılması ve post-core-kuron sisteminin başarısız olmasına neden olmuş olabilir. Ancak, deney örneklerine kuvvet uygulanması esnasında bazı örneklerde önce kuron protezinde ve sonrasında core yapısının üst kısmında küçük parçalar halinde kopmalar gözlenmiştir. Daha sonra kırık hattında ilerleme meydana gelmiştir. Bunun sebebinin core üst yapısının boyutlarının sabitlenmesine rağmen post çapının farklı olmasından dolayı başarısızlık tipinin değişmesi olabileceğini düşünmekteyiz.

Güncel bir diğer çalışmada ise, ferrule oluşturulmasının cam fiber postlar ve seramik kuron protezi ile restore edilen deney örneklerinin kırılma dayanımında % 20 civarında artışa neden olduğu bildirilmiştir (42). Bizim çalışmamızda da ferrule oluşturulan farklı grupların kırılma dayanımı değerlerinde % 24 ile %38 arasında artış gözlenmiştir. Çalışmamızda ferrule oluşturulması ile kırılma dayanımı değerlerinde meydana gelen artışın fazla olmasının, çalışmamız planlanırken seçilen değişkenlerin postların etrafındaki siman kalınlığını azaltacak biçimde belirlenmiş olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Ferrairo ve ark. (58), kadın ve erkeklerde, ön bölge tek diş ısırma kuvvetinin 75-190 N arasında olduğunu bildirmiştir. Lyons ve Baxendale (109), üst kanin dişine etkiyen ortalama kuvvetin 215 N olduğunu, parafonksiyonel yüklerin mevcut olduğu durumlarda ortalama kuvvet değerinin 254,8 N'a yükseldiğini, maksimum ve minimum değerlerin ise 343 ile 362,6 N arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda örnek

gruplarında başarısızlığa neden olan kuvvetlerin, maksimum fizyolojik kuvvetlerden yüksek olması, kullanılan tüm post sistemleri ile yeterli dayanıklılığın elde edilebildiğini göstermektedir.

Çalışmamızın başlangıcında oluşturduğumuz hipotezlerden yola çıkarak elde edilen kırılma dayanımı değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda elde ettiğimiz sonuçları şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Kalan kuronal diş dokusu miktarı yeterli olduğunda 2 mm yüksekliğinde ferrule oluşturulması ile çalışmada kullanılan tüm post tasarımlarının kırılma dayanımı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış gözlenmiştir ($p<0,001$).
2. Oval kesitli kök kanallarına sahip üst kanin dişlerinin postlarla restorasyonunda, dairesel kuartz fiber post sistemi yardımcı fiber post ile desteklenerek kullanıldığında post-core-kuron sistemine ait en yüksek kırılma dayanımı değerleri elde edilmiştir ($p<0,001$).
3. Postun çevresindeki siman kalınlığının azalması, post-core-kuron sisteminin kırılma dayanımını istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırmaktadır ($p<0,001$).

KAYNAKLAR

1. Adanır N. Bir cam fiber post sisteminde post uzunluğunun, kırılma dayanımına ve fonksiyonel kuvvetler altında oluşan streslerin yayılımına etkisinin incelenmesi. Selçuk Ü Diş Hek Fak Doktora Tezi, 2002.

2. Agarwal BD, Broutman LJ. Analysis and performance of fiber composites, Chapter 2, 3, Wiley-Interscience Publication, 1990, New York.

3. Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent* 2006;95:368-378.

4. Akkayan B, Caniklioğlu B. Farklı post tiplerinin kök kırılmalarına etkileri ve post seçim kriterleri. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 1997;21(1):75-84.

5. Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent* 2002;87:431-7.

6. Akkayan B. An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. *J Prosthet Dent* 2004;92:155–162.

7. Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. *J Dent* 2004;32:443-50.

8. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strength of a dual-cure resin core material to translucent quartz fiber post. *Am J Dent* 2006;19:51-55.

9. Al-Hazaimeh N, Gutteridge DL. An in vitro study into the effect of the ferrule preparation on the fracture resistance of crowned teeth incorporatingprefabricated post and composite core restorations. *Int Endod J* 2001;34:40-46.

10. Alomari QD, Barrieshi KM, Al-Awadhi A. Effect of post length and diameter on remaining dentine thickness in maxillary central and lateral incisors. *Int Endod J* 2011;44:956-966.

11. Al-Wahadni A, Gutteridge DL. An in vitro investigation into the effects of retained coronal dentine on the strength of a tooth restored with a cemented post and partial core restoration. *Int Endod J* 2002;35:913-918.

12. AL-Wahadni AM, Hamdan S, Al-Omiri M et al. Fracture resistance of teeth restored with different post systems: in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:77-83.

13. Artopoulou II, O'Keefe KL, Powers JM. Effect of core diameter and surface treatment on the retention of resin composite cores to prefabricated endodontic posts. *J Prosthodont* 2006;15:172-179.

14. Ayad MF, Bahannan SA, Rosenstiel SF. Influence of Irrigant, Dowel Type, and Root-Reinforcing Material on Fracture Resistance of Thin-Walled Endodontically Treated Teeth. *J Prosthodont* 2011;1–10.

15. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent* 2006;95:218-223.

16. Baratieri LN, Calderia de Androda MA, Arcar GM, Ritter AV. Influence of post placement in the fracture resistance of endodontically treated incisors with direct composite. *J Prosthet Dent* 2000;84:180-4.

17. Bateman G, Ricketts DNJ, Saunders WP. Fibre based post systems: a review of the literature. *Brit Dent J* 2003;195:43-48.

18. Bavbek AB, Korkmaz T,Yılmaz C. Fiber ile güçlendirilmiş kompozit postların mekaniği. GÜ Diş Hek Fak Derg 2007;24(3):187-192.

19. Bayırlı G. Endodontik Tedavi I. İstanbul, 1998:36-39.

20. Bilgin MS, Öztürk AN. Estetik post sistemleri. *SÜ Dişhek Fak Der* 2008;17:243-245.

21. Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 302-310.

22. Bonfante G, Kaizer OB, Pegorara LF, Valle AL. Fracture strength of teeth with flared rootcanals restored with glass fibre posts. *Int Dent J* 2007;57(3):153-160.

23. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater* 2002;18:596-602.

24. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 2003;19:199-205.

25. Braz R, Conceicao AAB, Conceicao EN et al. Evaluation of reinforcement materials used on filling of weakened roots. *J Dent Res* 2005;84.

26. Butterworth C, Ellekwa AE, Shortall A. Fibre-reinforced composites in restorative dentistry. *Dent Update* 2003;30(6):300-306.

27. Büttel L, Krastl G, Lorch H, Naumann M, Zitzmann NU, Weiger R. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int Endod J* 2009;42:47-53.

28. Cagidiaco MC, Radovic I, Simonetti M, Tay F, Ferrari M. Clinical performance of fiber post restoration in endodotically treated teeth: 2-year results. Int J Prosthodont 2007;20:293-298.

29. Caputo AE, Standlee PJ. Biomechanics in clinical dentistry. Chicago, Illinois. Quintessence Publishin Co. 1987:185-203.

30. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc* 2005;136:611-619.

31. Cheung W. Properties of and important concepts in restoring the endodontically treated teeth. *Dent Asia* 2004;Sept./Oct.:40-47.

32. Christensen GJ. Posts and cores: State of the art. *J Am Dent Assoc* 1998;129:96-7.

33. Clarisse CH, Herman BD, Al-Bayat MI, et al. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated teeth. *J Proshet Dent* 2006;95:290-296.

34. Cohen BI, Pagnillo MK, Newman I, Musikant BL, Deutsch AS. Retention of core material supported by three post head designs. *J Prosthet Dent* 2000;83:624-628.

35. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp (Chapter 22). 2nd ed. Harcourt:Pvt Ltd,2002:765-795,898-903.

36. Coniglio I, Carvalho CA, Magni E, Cantoro A, Ferrari M. Post space debridement in oval shaped canal:The use of a new ultrasonic tip with oval section. *J Endod* 2008;34(6):752-755.

37. Coniglio I, Garcia-Godoy F, Magni E, Carvalho CA, Ferrari M. Resin cement thickness in oval-shapes canals: Oval vs. Circular fiber psots in combination with different tips/drills for post space preparation. *Am J Dent* 2009;22:290-294.

38. Coniglio I, Magni E, Goracci C et al. Post space cleaning using a new nickel titanium endodontic drill combined with different cleaning regimens. *J Endod* 2008;34:83-86.

39. Cooney JP, Caputo AA, Trabert KC. Retention and stres distribution of tapered end endodontic posts. *J Prosthet Dent* 1986;55:540-546.

40. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. *J Prosthodont* 2001;10:26-36.

41. D'arcangelo C, Cinelli M, de Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent* 2007;98:193-198.

42. Da Silva NR, Raposo LHA, Verslius A, Fernandes-Neto AJ, Soares CJ. The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated bovine anterior teeth. *J Prosthet Dent* 2010;104:306-317.

43. De Deus G, Murad CF, Reis CM, Gurgel-Filho E, Coutinho Filho T. Analysis of the sealing ability of different obturation techniques in oval-shaped canals: a study using a bacterial leakage model. *Braz Oral Res.* 2006;20:64–69.

44. De Lima AF, Spazzin AO, Galafassi D, Correr-Sobrinho L, Carlini-Junior B. Influence of ferrule preparation with or without glass fiber post on fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Appl Oral Sci* 2010;18(4):360-3.

45. De Santis R, Prisco D, Apicella A, Ambrosio L, Rengo S, Nicolias L. Carbon fiber post adhesion to luting cement in the restoration of endodontically treated teeth. *J Mater Sci: Mater in Medicine* 2000;11:201-206.

46. De-Deus G, Audi C, Murad C, Fidel S, Fidel RA. Sealing ability of oval-shaped canals filled using the System B heat source with either gutta-percha or Resilon: an ex vivo study using a polymicrobial leakage model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104:114–119.

47. De-Deus G, Murad C, Paciornik S, Reis CM, Coutinho-Filho T. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. *Int Endod J* 2008;41:183–190.

48. Demir H. Değişik fiberlerle güçlendirile protez kaide rezinlerinin bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi. (Doktora Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, 2008.

49. Dikbaş İ, Köksal T. Post-kor uygulamalarında başarısızlıklar. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2006;16(2):41-51.

50. Eissman HF, Radka RA. Postendodontic restoration. In: Cohen S, Burns RC, editors. Pathways of the pulp, 4th ed. St. Louis (MO): CV Mosby; 1987. pp. 640–3.

51. Faria-E-Silva AL, Pedrosa-Filho CF, Menezes MS, Silveira DM, Martins LRM. Effect of relınıng on fıber post retentıon to root canal. *J Appl Oral Sci* 2009;17(6):600-604.

52. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post core reconstructed teeth:a review. *Int J Prosthodont* 2001;14:355-63.

53. Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. *J Prosthet Dent* 2003;90:556-562.

54. Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, tay F. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2007;20:287-29.

55. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent* 2000;13:255-260.

56. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical behavior of several types of fiber posts. *Am J Dent* 2000;13:B15-B18.

57. Ferrari M, Vichi A, Mannoci F et al. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Amer J Dent* 2000;12:9B-13B.

58. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil* 2004;31:18-22.

59. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK et al. Astructured analysis of in vitro faliure loads and failure modes of fiber, metal and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont* 2004;17:476-482.

60. Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM et al. Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int Endod J* 2005;38(4):230-237.

61. Forberger N, Göhring TN. Influence of the type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode of lithia disilicate-based all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2008;100:264-273.

62. Fredriksson M, Astback J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J Prosthet Dent* 1998;80:151-7.

63. Freedman GA. Esthetic post and core treatment. *Dent Clin North Am* 2001;45:03-16.

64. Freedman GA. The carbon fiber post: metal free, post-endodontic rehabilitation. *Oral Health* 1996;86:23-30.

65. Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP et al. *Fiber reinforced composites in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence, 2000:8-14, 30-54, 55-69.

66. Fugazzotto PA, Parma-Benfenati S. Preprosthetic periodontal considerations. Crown length and biologic width. *Quintessence Int Dent Dig* 1984;15:1247–1256.

67. Fuss Z, Lustig J, Katz A, Tamse A. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod* 2001;27:46-48.

68. Galhano GA, Valandro LF, de Melo RM, Scotti R, Bottino MA. Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz-fiber, and glass fiber-based posts. *J Endod* 2005;31:209-211.

69. Gegauff AG. Effect of crown lengthening and ferrule placement on static load failure of cemented cast post-cores and crowns. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2000;84:169-179.

70. Gher ME, Dunlap RM, Anderson MH, Kuhl LV. Clinical survey of fractured teeth. *J Am Dent Ass* 1987;114:174–7.

71. Gluskin AH, Radke RA, Frost SL, Watanabe LG. The mandibular incisor: rethinking guidelines for post and core design. *J Endod* 1995; 21: 33-7.

72. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli et al. The adhesionbetween fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci* 2004;112:353-361.

73. Goto Y, Swift EJ. Ferrules for endodontically treated teeth. *J Est Rest Dent* 2009;21(5):292-293.

74. Grande NM, Butti A, Plotino G, et al. Adapting fiber-reinforced composite root canal posts for use in non-circular-shaped canals. *Pract Proced Aesthet Dent* 2006;18:593-9.

75. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent* 2005;7:235-40.

76. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater* 2005;21:75-82.

77. Grandini S, Sapio S, Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent* 2003;5(3):243-7.

78. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992;67:458-67.

79. Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent* 1979;42:39–44.

80. Hagge MS, Wong RDM, Lindemuth JS. Effect of dowel space preparation and composite cement thickness on retention of a prefabricated dowel. *J Prosthodont* 2002;2:19-24.

81. Hayashi M, Sugeta A, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Static and fatigue fracture resistances of pulpless teeth restored with post–cores. *Dent Mater* 2008;24:1178–1186.

82. Heifer AR, Me/nick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;34:661-670.

83. Heydecke G, Butz F, Hussein A, et al. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. *J Prosthet Dent* 2002;87:438-45.

84. Heydecke G, Peters MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2002;87:380–386.

85. Hsu YB, Nicholls JI, Phillips KM, Libman WJ. Effect of core bonding on fatigue failure of compromised teeth. *Int J Prosthodont* 2002;15:175–8.

86. Hu YH, Pang LC, Hsu CC et al. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. *Quintessence Int* 2003;34:349-353.

87. Ingle JI. Endodontics (5th ed) Chapter 19, BC decker Inc. Hamilton, London, 2002;913-950.

88. Isador F, Brondum 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* 1999;12:78-82.

89. Johnson JK, Schwartz NL, Blackwell RT. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. *J Am Dent Assoc* 1976;93:597-605.

90. Jotkowitz A, Samet N. Rethinking ferrule – a new approach to an old dilemma. *Brit Dent J* 2010;209:25–33.

91. Junge T, Nicholls JI, Phillips KM, Libman WJ. Load fatigue of compromised teeth: a comparison of 3 luting cements. *Int J Prosthodont* 1998;11:558-564.

92. Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. *J Prosthet Dent* 2006;96:41-6.

93. Kanie T, Fuiji K, Arikawa H, & Inoque K. Flexural porperties and impact strength of denture base polymer reinforced with woven glass fibers. *Dent Mater* 2000;16:150-158.

94. Karaalioğlu O, Duymuş ZY. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin sabit bölümlü protez yapımında kullanımları. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg* 2008;18(2):70-77.

95. Karamustafa I. Fiberle güçlendirilmiş farklı kompozit prefabrik mil sistemlerinin kompozit çekirdeklerle birlikte kullanımlarının dayanıklılık yönünden araştırılması. (Doktora Tezi) *İstanbul Üniversitesi*, İstanbul, 2006;10-15.

96. Kersten HW, Fransman R, Thoden van Velzen SK. Thermomechanical compaction of gutta-percha: part II—a comparasion with lateral condensation in curved root canals. *Int Endod J* 1986;19:134–140.

97. Kimmel SS. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. *N Y St Dent J* 2000;66:36-40.

98. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and reevaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14:13–29.

99. Koutayas SO, Kern M. All-ceramic post and cores: The state of art. *Quintessence Int* 1999;30:383-392.

100. Kremeier K, Fasen L, Klaiber B, Norbert H. Influence of endodontic post type (glass fiber,quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater* 2008;24:660-666.

101. Kurtz JS, Perdigao J, Geraldeli S, Hodges JS, Bowles WR. Bond strengths of tooth-colored posts. Effect of sealer, dentin adhesive, and root region. *Am J Dent* 2003;16:31-36.

102. Külünk Ş. Fiber postlara uygulanan farklı yüzey işlemlerinin ve siman aralıklarının bağlanma direncine etkisinin değerlendirilmesi. (Doktora Tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 2007; 1-46.

103. Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater* 2004;20:29-36.

104. Leary JM, Aquilino SA, Sware CW. An evaluation of post length within elastic limits of dentin. *J Prosthet Dent* 1987;57:277-281.

105. Lewinstein I, Grajower R. Root dentin hardness of endodontically treated teeth. *J Endod* 1981;7:421-2.

106. Lewis R, Smith BG. A clinical survey of failed post retained crowns. *Br Dent J* 1998;165:95-97.

107. Libman WJ, Nicholls JI. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *International Journal of Prosthodontics* 1995;8:155-161.

108. Loney RW, KotowiczWE, McDowell GC. Three-dimensional photoelastic stress analysis of the ferrule effect in cast post and cores. *J Prosthet Dent* 1990;63:506-12.

109. Lyons MF, Baxendale RH. A preliminary electromyographic study of bite force and jaw-closing muscle fatigue in human subjects with advanced tooth wear. *J Oral Rehabil* 1990;17:311-318.

110. Maccari PC, Conceicao EN, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth with three different prefabricated esthetic posts. *J Esthet Rest Dent* 2003;15(1):25-30.

111. Maccari PC, Cosme DC, Oshima HM, Burnett LH, Shinkai RS. Fracture strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *J Esthet Rest Dent* 2007;19:30–37.

112. Mageean JF. The sigficance of root canal morphology in endodontics. *J Br Endod Soc* 1972;6:67-70.

113. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont* 2003;16:39-44.

114. Malmann A, Jacques L, Valandro Lf, et al. Microtensile bond strength of light- and self-cured adhesive systems to intraradicular dentin using translucent and opaque fiber posts. *J Prosthet Dent* 2007; 97: 165-172.

115. Mannocci E, Ferrari M, Watson TF. Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber and zirconium dioxide ceramic root canal posts. *J Adhes Dent* 1999;1:153-158.

116. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *J Prosthet Dent* 2001;85:284-291.

117. Mannocci F, Vichi A, Ferrari M et al. Carbon fiber posts: clinical and laboratory studies. In proceedings from the International Symposium S. Margherita Ligure. pp. 17-21. S. Margherita Ligure: Hypocrates Edizioni 1998.

118. Manocci F, Sherriff M, Watson T. Three-point bending of fiber posts. *J Endod* 2001;27:758-761.

119. Martinez-Gonzalez A, Amigo-Borras V, Fons-Font A, Selva-Otaolaurruchi E, Labaig-Rueda C. Response of three types of cast posts and cores to static loading. *Quintessence Int (Berlin, Germany)* 2001;32:552-60.

120. Martinez-Insua A, Da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *J Prosthet Dent* 1998;80:527-533.

121. Mattison GD, Delivanis PD, Thacker RW Jr, Hassel KJ. Effect of post preparation on the apical seal. *J Prosthet Dent* 1984;51:785-9.

122. McLaren JD, McLaren CI, Yaman P, et al. The effect of post type and length on the fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 2009;101:174-182.

123. McLean A. Predictably restoring endodontically treated teeth. *J Cana Dent* Assoc 1998;64;782-787.

124. Mitsui FH, Marchi GM, Pimenta LAF *et al*. In vıtro study of fracture resistance of bovine roots using different intraradicular post systems. *Quintessence Int* 2004;35:612-616.

125. Monticelli F, Grandini S, Goracci C et al. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2 year prospective study. *Int J Prosthodont* 2003;16:593-596.

126. Monticelli F, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Ferrari M, Tay FR, Toledano M. Effects of adhesive systems and luting agents onbonding of fiber posts to root canal dentin. *J Biomed Mater Res Part B: Applied Biomaterials* 2006;77:195-200.

127. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent* 1993;70:11-16.

128. Morgano SM, Rodrigues AHC, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 2004;48:397-416.

129. Mou YB, Chen YM, Smales RJ, Yip KH. Optimum post and tooth root diameters for a cast post-core system. *Am J Dent* 2009;22:311-314.

130. Musikant BL, Deutsch AS. A new prefabricated post and core system. *J Prosthet Dent* 1984;52:631-634.

131. Mutebi AK, Osman YI. Effect of the ferrule on fracture resistance of teeth restored with prefabricated posts and composite cores. *African Health Sciences* 2004;4(2):131-135.

132. Nakamura T, Ohyama T, Waki T, et al. Stress analysis of endodontically treated anteror teeth restored with different types of post material. *Dent Mater* 2006;25:145-150.

133. Narva KK, Lassila LV, Vallittu PK. The static strength and modulus of fiber reinforced denture base polymer. *Dent Mater* 2005;21:421-428.

134. Neagley RL, The effect of dowel preparation on apical seal of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;28:739-745.

135. Neff CW. The size relationship between the maxillary and mandibular anterior segments of the dental arch. *Angle Orthod* 1957;27:138–147.

136. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. *J Prosthet Dent* 2003;89(4):360-367.

137. Nissan J, Dmitry Y, Assif D. The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. *J Prosthet Dent* 2001;86:304-308.

138. O'Keefe KL, Miller BH, Powers JM. In vitro tensile bond strength of adhesive cements to new post materials. *Int J Prosthodont* 2000;13:47-51.

139. Okada D, Miura H, Suzuki C et al. Stress distribution in roots restored with different types of post systems with composite resin. *Dent Mater* 2008;27:605-611.

140. Ottl P, Hahn L, Lauer H, Fay M. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. *J Oral Rehabil* 2002;29:175-183.

141. Özcan M, Valandro LF. Fracture strength of endodontically treated teeth restored with post and cores and composite cores only. *Oper Dent* 2009;34(4):429-436.

142. Özkurt Z, İşeri U, Kazazoğlu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dent Mater J* 2010;29(3):233–245.

143. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G & Bianchetti. Finite element analysis of a glass fiber reinforced composite endodontic post. *Biomaterials* 2002;23(13):2667-2682.

144. Pereira JR, de Orneals F, Conti PC, do Valle AL. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically-treated teeth restored with prefabricated posts. . *J Prosthet Dent* 2006;95(1):50-54.

145. Pereira JR, Mendonca T Neto, Port VC, Pegoraro LF, Valle AL. Influence of the remaining coronal structure on the resistance of teeth with intraradicular retainer. *Braz Dent J* 2005;16:197-201.

146. Perez BEM, Barbosa SH, Melo RM, et al. Does the thickness of the resin cement affect the bond strength of a fiber post to the root dentin? *Int J Prosthodont* 2006;19:606-609.

147. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores – A review. *Quintessence Int* 2005;36(9):737-746.

148. Pest B, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater* 2002;18:596-602.

149. Peters OA. Current challanges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559-567.

150. Pierrisnard L, Bohin F, Renault P & Barquins M. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: A mechanical study using finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2002;88(4):442-448.

151. Pilo R, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular pre-molars prepared with gates glidden and ParaPost drills. *J Prosthet Dent* 2000;83:617-23.

152. Plotino G, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Influence of surface remodelling using burs on the macro and micro surface morphology of anatomically formed fiber posts. Int Endod J 2008;41:345-355.

153. Plotino G, Grandea NM, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mater* 2007;23:1129–1135.

154. Pontius O, Hutter JW. Survival rate and fracture strength of incisors restored with different post and core systems and endodontically treated incisors without coronoradicular reinforcement. *J Endod* 2002;28:710-5.

155. Porciani PF, Grandini S, Papacchini F, Goracci C, Ferrari M. The fit of two fiber posts into the root canal space enlarged with rotary NiTi files at four different levels. *Intl Dentistry SA* 2007;9:44-50.

156. Porciani PF, Vano M, Radovic I et al. Fracture resistance of fiber posts: combinations of several small posts vs standardized single post. *Am J Dent* 2008;21(6):373-376.

157. Prisco D, De Santis R, Mollica F, Ambrosio L, Rengo S, Nicolais L. Fiber post adhesion to resin luting cements in the restoration of endodontically treated teeth. *Oper Dent* 2003;28:515-21.

158. Qing H, Zhu Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *J Prosthet Dent* 2007;97:93-8.

159. Qualtrough AJE, Mannocci F. Tooth colored post systems: A review. *Oper Dent* 2003;28:86-91.

160. Radke RA Jr, Eissmann HF. Post-endodontic restoration. In: Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the pulp. 5th ed. St. Louis: CV Mosby, 1991:701-749.

161. Rahamneh A, Jagger DC, Harrison A. The effect of the addition of different fibers on the transverse and impact strength of acrylic resin denture base material. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 2003;11:75-81.

162. Recherches Techniques Dentaires (RTD), Kasım 2011, http://www.rtd.fr/

163. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989;15:512-6.

164. Reid LC, Kazemi RB, Meiers JC. Effect of fatigue testing on core integrity and post microleakage of teeth restored with different post systems. *J Endod* 2003;29:125-31.

165. Robbins JW. Restoration of the Endodontically Treated Tooth. *Dent Clin North Am* 2002;46:367-384.

166. Rosen H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1961;11:972-86.

167. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4th ed. St. Louis: Mosby, Inc.; 2006, pp. 336-378.

168. Rosentritt M, Furer C, Behr M, et al. Comparison of in vitro fracture strength of metallic and tooth-coloured post and cores. *J Oral Rehabil* 2000;27:595-601.

169. Rödig T, Hülsmann M, Mühge M, Schaefers F. Quaility of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2002;35:919-928.

170. Rüttermann S, Virtej A, Janda R, Raab WH. Preparation of the coronal and middle third of oval root canals with a rotary or an oscillating system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:852-856.

171. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. *Int J Prosthodont* 2004;17:307-312.

172. Schmitter M, Huy C, Ohlmann B, Gabbert O, Gilde H, Rammelsberg P. Fracture resistance of upper and lower incisors restored with glass fiber reinforced posts. *J Endod* 2006;32:328-30.

173. Schwartz RS, Adhesive dentistry and endodontics: Part 2-Bonding in the root canal system the promise and the problems: a review. *J Endod* 2006; 32: 1125-34.

174. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. *J Endod* 2004;30:289-301.

175. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle. *J Endod* 1992;18(7):332-335.

176. Seefeld F, Wenz HJ, Ludwig K, Kern M. Resistance to fracture and structural characteristics of different fiber post systems. *Dent Mater* 2007;23(3):265-271.

177. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:381-387.

178. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Monticelli F, Ferrari M. Ultrasound effects after post space preparation: a SEM study. *J Endod* 2006;32:549-552.

179. Sevük C, Gür H, Akkayan B. Copy-milled all-ceramic restorations: case reports. *Quintessence Int* 2002;33(5):353-7.

180. Sevük C, Gür H, Akkayan B. Fabrication of one-piece all ceramic coronal post and laminate veneer restoration: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2002;88(6):565-568.

181. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. Fundamentals of fixed prosthodontics. 3rd ed. Chicago: Quintessence;1997:194-204.

182. Shillingburg HT, Kessler JC, Wilson EL. Root dimensions and dowel size. *Calif Dent Assoc J* 1982;10:43-62.

183. Sidoli GE, King PA, Setchel DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent* 1997;78(1):5-9.

184. 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. *J Prosthet Dent* 1999;81:262-9.

185. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1990;64(4):419-424.

186. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1990;63:529-536.

187. Stanford JW, Weigal KV, Paffenbarger GC, Sweeney WT. Compressive properties of hard tooth tissue. *J Am Dent Assoc* 1960;60:746-56.

188. Stankiewicz NR, Wilson PR. The ferrule effect: a literature review. *Int Endod J* 2002;35:575-581.

189. Stewardson DA. Non-metal post systems. *Dent Update* 2001;28:326-336.

190. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature overview. *J Prosthet Dent* 1999;81:380-385.

191. Stricker EJ, Göhring TN. Influence of different posts and cores on marginal adaptation, fracture resistance and fracture mode of composite resin crowns on human mandibular premolars. An in vitro study. *J Dent* 2006;34(5)326-335.

192. Şahin B. Estetik post sistemlerinin tutuculuğu üzerinde farklı yüzey uygulamalarının ve siman sistemlerinin etkisi. (Doktora Tezi) İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2009.

193. Toksavul S, Toman M, Uyulgan B, Schmage P, Nergiz I. Effect of luting agents and reconstruction techniques on the fracture resistance of prefabricated post systems. *J Oral Rehab* 2005;32:433–440.

194. Torbjörner A, Karlson S, Syverud M, Hensten Pettersen A. Carbon fiber reinforced root canal posts. *Eur J Oral Sci* 1996;104:605-611.

195. Trushowski R. *Fiber post selecetion and placement criteria: A review.* [web page on the internet] (April 2008, Inside Dentistry). http://www.dentalaegis.com/id/2008/04/focus-on-fiber-post-selection-and-placement-criteria-a-review.

196. Ukon S, Mori H, Okimoto K et al. Influence of different elastic moduli of dowel and core on stress distribution in root. *Dent Mater J* 2000;19(1):50-64.

197. Valandro LF, Filho OD, Valera MC, de Araujo MA. The effect of adhesive systems on the pullout strength of a fiberglass-reinforced composite post system in bovine teeth. *J Adhes Dent* 2005;7:331-336.

198. Vallittu PK. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. *J Prosthet Dent* 1999;81:318-326.

199. Vano, M., Goracci, C., Monticelli, F., Tognini, F., Gabriele, M., Tay,F.R., Ferrari,MThe adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatment to posts. *Int Endod J* 2006;39:31-39.

200. Varela SG, Rabade LB, Lombardero PR, Sixto JM, Bahillo JD, Park SA. In vitro study of endodontic post cementation protocols that use resin cements. *J Prosthet Dent* 2003;89:146-53.

201. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent* 2000;83:412-7.

202. Wagnild G, Mueller K. Restoration of endodontically treated teeth. In: Pathways of the pulp. Cohen S, Hargreaves KM. 9. ed., Mosby, St. Louis, 2006:786-822.

203. Watzke R, Blunck U, Frankenberger R, Naumann M. Interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. *Dent Mater* 2008;24:1512–1517.

204. Watzke R, Frankenberger R, Naumann M. Probability of interface imperfections within SEM cross-sections of adhesively luted GFP. *Dent Mate*r 2009;25(10):1256-1263.

205. Weiger R, ElAyouti A, Löst C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod* 1992;18:505-508.

206. Weine FS. Endodontic Therapy, 4th ed. St. Louis, Mosby 1989: 225-269.

207. Wu MK, Kašt'áková A, Wesselink PR. Quality of cold warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. *Int Endod J* 2001;34:485–491.

208. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89:739-743.

209. Wu MK, Sluis van der LW, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer dentine in oval canals. *Int Endod J* 2003;36:218-224.

210. Wu MK, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J* 2002;355:27–35.

211. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J* 2001;34:137-141.

212. Zalkind M, Hochman N. Esthetic Considerations in Restoring Endodontically Treated Teeth With Post and Cores, *J Prosthet Dent* 1998;79:702–5.

213. Zhi-Yue L, Yu-Xing Z. Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. *J Prosthot Dent* 2003;89:368-373.

214. Zinman EJ. Endodontic records and legal responsibilities. In: Pathways of the pulp. Cohen S, Hargreaves KM. 9. ed., Mosby,St. Louis, 2006:400-60.

215. Zogheib LV, Pereira JR, do-Valle AL, Oliveira JA, Pegoraro LF. Fracture Resistance of Weakened Roots Restored with Composite Resin and Glass Fiber Post. *Braz Dent J* 2008;19(4):329-333.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	AYGÜL SEVDA	**Soyadı**	ATALAY
Doğ.Yeri	KIRŞEHİR	**Doğ.Tar.**	02/07/1983
Uyruğu	T.C.	**TC Kim No**	
Email	sevda.atalay@gmail.com	**Tel**	05335566880

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	**Mez. Yılı**
Doktora	İ.Ü.Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi ABD	2011
Yük.Lis.	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2006
Lisans	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2006
Lise	Tekirdağ Anadolu Lisesi	2001

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	**Kurum**	**Süre (Yıl - Yıl)**
1.			-
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	**Okuduğunu Anlama***	**Konuşma***	**Yazma***	**KPDS/ÜDS Puanı**	**(Diğer) Puanı**

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	**Eşit Ağırlık**	**Sözel**
LES Puanı			
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	**Kullanma becerisi**

Yayınları/Tebligleri Sertifikaları/Ödülleri

Özel İlgi Alanları (Hobileri):