



**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**4-META/MMA-TBB BAZLI REZİN SİMAN VE FARKLI FİBER
MATERYALLERİ KULLANARAK RESTORE EDİLEN VERTİKAL KÖK KIRIKLI
DİŞLERİN BASMA DAYANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Safa KURNAZ

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof.Dr. Ayşe Diljin Keçeci

**Bu Tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından 3978-DU2-14 no'lu proje kapsamında
desteklenmiştir.**

2015-İSPARTA

KABUL VE ONAY SAYFASI

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına;

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı: Safa KURNAZ

Uzmanlık Tez Tarihi: 08.10.2015

Tezin Adı: 4-META/MMA-TBB Bazlı Rezin Siman ve Farklı Fiber Materyalleri Kullanarak Restore Edilen Vertikal Kök Kırıklı Dişlerin Basma Dayanımlarının Değerlendirilmesi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşe Diljin KEÇECİ

Süleyman Demirel Üniversitesi

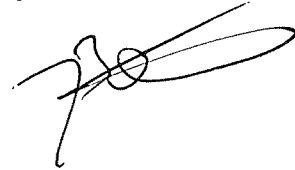
Üye : Doç. Dr. Bulem ÜREYEN KAYA

Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Senem YİĞİT ÖZER

Adnan Menderes Üniversitesi

Bu uzmanlık tezi, fakülte yönetim kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve fakülte yönetim kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Timuçin BAYKUL

Dekan '

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

BEYAN

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

“4-META/MMA-TBB Bazlı Rezin Siman ve Farklı Fiber Materyalleri Kullanarak Restore Edilen Vertikal Kök Kırıklı Dişlerin Basma Dayanımlarının Değerlendirilmesi” adlı diş hekimliğinde uzmanlık tezi; Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Safa KURNAZ

İmza

Danışman

Prof.Dr. Ayşe Diljin KEÇECİ

İmza

ÖNSÖZ

Uzmanlık öğrenimim süresince bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan, sabrını, hoşgörüsünü ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Ayşe Dilşin KEÇECİ'ye,

Tezim süresince değerli bilgilerini benden esirgemeyen tüm tez süreci boyunca bana destek olan ve tez jürimde bulunan Doç.Dr. Bülent ÜREYEN KAYA'ya

Bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım ayrıca tez jürimde de bulunan Doç.Dr.Senem YİĞİT ÖZER'e

Projemizi desteklediği için Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne,

Tez çalışmamın istatistiksel analizindeki yardımlarından ötürü, Dr. İbrahim Ethem YAYLALI'ya ve Doç.Dr. Hikmet ORHAN'a

Deney aşamaları sırasında vakit ayırarak bana yardım eden değerli arkadaşlarım Volkan DİNÇ ve Anıl TEKE'ye

Uzmanlık ve lisans öğrenimim süresince bilgi ve tecrübeleri ile beni aydınlatan Endodonti Anabilim Dalı'ndaki değerli hocalarıma,

Aynı yolu paylaştığımız Endodonti Anabilim Dalı'nın bana kazandırdığı çok değerli asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen, bugünlere gelmemdeki en büyük emeğin sahipleri, başta annem ve babam olmak üzere tüm aileme,

Tüm kalbimle sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	ii
BEYAN	iii
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Vertikal Diş Kırıkları	
2.1.1. Çatlak Hattı:	
2.1.2. Tüberkül Kırıkları	
2.1.3. Çatlak Diş	
2.1.4. Ayrılmış Dişler (Split Tooth)	
2.1.5. Vertikal Kök Kırıkları	
2.2. Vertikal Kök Kırıklarının Klinik Bulguları	
2.3. Vertikal Kök Kırıklarının Radyografik Bulguları	
2.4. KIDBT'nin VRF Teşhisinde Kullanılması	
2.5. Diğer Bulgular	
2.6. Vertikal Kök Kırıklarının Histopatogenezi	
2.7. Vertikal Kök Kırıklarının İnsidansı ve Diş Tiplerine Göre Dağılımı	
2.8. Vertikal Kök Kırığı Oluşumunda Predispozan Faktörler	
2.9. Kanal patı ve doldurma tekniğinin vertikal kök kırığı direnci üzerine etkisi	
2.10. Tedavi	

2.11. Planlı Replantasyon	
2.12. Ferrule Etkisi	
2.13. Diş Hekimliğinde Kullanılan Fiberler	
2.13.1. Cam ve Kuvars Fiberler	
2.13.2. Karbon/Grafit Fiberler	
2.13.3. Polietilen Fiberler	
2.13.4. Aramid Fiberler	
2.14. 4-META/MMA-TBB Bazlı Resin Siman	
3. GEREÇ VE YÖNTEM	41
3.1. Çalışmada Kullanılacak Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması	
3.2. Deney ve Kontrol Gruplarının Belirlenmesi	
3.3. 4-META/MMA-TBB Bazlı Resin Siman ile Reataçman	
3.4. Reataçman Yapılan Kök Fragmanlarının Basma Dayanımlarının ve Kırık Tiplerinin Değerlendirilmesi	
3.5. İstatistiksel Değerlendirme :	
4. BULGULAR	55
4.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Ortalama Basma Dayanımlarına İlişkin Bulgular	
4.2. Deney ve Kontrol Gruplarında Oluşan Kırık Tiplerine Yönelik Bulgular	
5. TARTIŞMA	62
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
7. ÖZET	76
8. ABSTRACT	77
9. KAYNAKLAR	78
10. ÖZGEÇMİŞ	94
11. ETİK KURUL ONAYI	95

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

4-META/MMA-TBB: Tri-N-Butil Boran ile Başlatılan Metil Metakrilat İçerisinde

4-Metakriloksietil Trimellitat Anhidrit

EDTA: Etilen diamin tetraasetik asit

NaOCl: Sodyum hipoklorit

VKK: Vertikal kök kırığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Tüberkül Kırıklarının Şematik Gösterimi

Şekil 2: Çatlak Dişin Şematik Gösterimi

Şekil 3: Ayrık Dişin Şematik Gösterimi

Şekil 4: Vertikal Kök Kırıklarının Şematik Gösterimi

Şekil 5: Vertikal Kök Kırıklarının Fragmanların Ayrılmasına Göre ve Kırığın Pozisyonuna Göre Sınıflandırılması

Şekil 6: Radyografide J- Şekilli Lezyon Görüntüsünün Şematik Gösterimi

Şekil 7: Deney Gruplarının Dizaynı: **a)** Grup 3: Superbond C&B, **b)** Grup 4: Superbond C&B ve D.T. Light-Post, **c)** Grup 5: Superbond C&B ve Tescera Fiber Lifleri, **d)** Grup 6: Superbond C&B, **e)** D.T. Light-Post ve 1mm Ferrule Etkisi, **f)** Grup 7: Superbond C&B, Tescera Fiber Lifleri ve 1mm Ferrule Etkisi

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Vertikal yönlü diş kırıkları ve özellikleri

Tablo 2: Literatürde Vertikal Kök Kırıklı Dişler için Denenmiş Tedavi Alternatifleri

Tablo 3: Planlı replantasyon vakaları ve başarı oranları

Tablo 4: Ferrule etkisi üzerine yapılan sonlu eleman analiz çalışmaları

Tablo 5: Fiber postlarla ilgili klinik çalışmalar ve başarı oranları

Tablo 6: Fiber ağlar ile yapılan in-vitro çalışmalar ve sonuçları

Tablo 7: Deney ve kontrol gruplarının sınıflandırılması

Tablo 8: Deney Gruplarında Kullanılan Rezin ve Fiber Materyaller

Tablo 9: Dişlerin ortalama basma dayanımları ve tanımlayıcı istatistik değerleri (farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları ifade etmektedir. $p \leq 0.05$)

Tablo 10: Elde edilen değerlerin box plot diyagramı : Tabloda grup numaraları, grupların ortalama basma dayanımları (N), en düşük ve en yüksek değerler (N) ile standart sapmaları gösterilmektedir

Tablo 11: Kırık tiplerinin sınıflaması ve gruplardaki dağılımı

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: a) Diştaşı ve diğer artıkların kretuvar yardımıyla temizlenmesi b) Dişin, diş taşı ve diğer artıklardan temizlenmiş hali c) Deney gruplarında kronun separe ile uzaklaştırılması d) 16 mm uzunluğunda standart kök elde edilmesi

Resim 2: a) Dişlerin meziyo-distal ve bukkol lingual olarak uzunluklarının ölçülmesi b) Dişlerin döner alet sistemleri ile genişletilmesi c) Kemomekanik genişletmede kullanılan irrigasyon solüsyonları d) Kemomekanik genişletmede kullanılan döner alet sistemi

Resim 3: a) Köklere çekiç ve açılı çivi yardımıyla mekanik kuvvet uygulanması b) Standart vertikal kök kırıklarının elde edilmesi c) Fragmanları yapıştırmak için kullanılan Superbond C&B d) Superbond C&B'nin kırık fragmanlara uygulanması

Resim 4: a) Şekillendirilebilir fiber postun kanal içerisine uygulanması ve polimerizasyon b) Rijit fiber postların kanal içerisine uygulanması c) Ferrule etkisi oluşturmak için frezler ile standart derinlikte ve genişlikte kavite açılması d) Açılan kavitelere şekillendirilebilir fiber materyallerin, ferrule etkisi oluşturmak için uygulanması

Resim 5: a) Dişlere kompozit kor yapımı için primer ve bond uygulanması b) Dişlere standart kor yapılarının kompozit ile yapılması c) Dişlerin akrilik kalıplara gömülmesi d) Kırma testi için kullanılan universal test cihazı

Resim 6: Kırık Tipleri a)Kor kırığı b) İki parçalı vertikal kök kırığı c) Üç veya daha fazla parçalı parçalı kırık (tamir edilemez) d) Reataçman alanından kırık

1. GİRİŞ

Günümüzde birçok komplike diş problemi (geniş periapikal lezyonlu dişler, horizontal kök kırıkları, endo-perio lezyonlar gibi) kök kanal tedavisi sayesinde etkili olarak tedavi edilebilmektedir. Ancak vertikal kök kırıkları, halen diş hekimliği için umutsuz bir problemdir. Genellikle tedavi şansı düşüktür ve dişin çekimi öngörülmektedir (1). Endodontik tedavili dişlerin çekim nedenleri arasında, vertikal kök kırıkları (VKK), periodontal hastalık ve endodontik tedavi başarısızlıklarından sonra üçüncü en sık çekim nedenidir (2).

Amerikan Endodonti Derneğine göre “ Vertikal kök kırığı (VKK), apekten başlayıp dişin koronal parçasına doğru ilerleyen, kökün uzun eksenini yönünde uzanan kırık olarak tanımlanır. Kökün herhangi bir seviyesindeki, genellikle bukkal-lingual yönlü tamamlanmış veya tamamlanmamış kırık olarak da tanımlanır. Kırık hattı tek bir proksimal yüzü içerebileceği gibi her iki yüzü de içerebilir (3). Vertikal kök kırıklarının prevalansı farklı popülasyonlarda %2-13 olarak rapor edilmiştir. Vertikal kök kırıklarının nedeni, genel olarak zayıflamış diş yapısı ve gelen kuvvetlerin kalan dentinin elastiklik limitinin üstünde olmasıdır. Eğimli ve dar kanallar vertikal kök kırıklarına yatkındır (4-6). Vertikal kök kırıklı dişlerin çekilmeden ağızda korunması; dişin fonksiyonunun devam ettirilmesi, estetiğin korunması, alveolar arkın bütünlüğünün korunması ve kemik yüksekliğinin kaybedilmemesi açısından çok önemlidir (7, 8). Önceki yıllarda vertikal kök kırıklı dişlerin tedavisi için dişin çekimi tek tedavi seçeneği olarak görülürken, adeziv sistemlerin ve fiber materyallerin gelişmesi ile vertikal kök kırıklı dişlerin kasıtlı olarak çekimi ve kırık fragmanların ağız dışında yapıştırılarak tekrar soketine yerleştirilmesine yönelik çalışmalar (7, 9, 10), vertikal kök kırıklı dişlerin tedavisi için umut vaat etmektedir. Ayrıca yeni gelişen teşhis yöntemleriyle de vertikal kök kırıkları daha erken ve doğru olarak teşhis edilmektedir (7, 8).

Endodontik tedavili dişlerde ferrule etkisi oluşturmanın, kalan diş yapısını güçlendirdiği çalışmalarla kanıtlanmış bir yöntemdir (11). Ancak, dentine benzer elastiklik modülüne sahip materyaller kullanarak, reataçman yapılan vertikal kök kırıklı dişlerde ferrule etkisi oluşturulması henüz denenmemiştir.

Bu *ex-vivo* çalışmanın amacı, vertikal kök kırıklı dişlerin reataçmanında, rezin bazlı siman, farklı iki tip fiber ve iki tip ferrul kullanılarak oluşturulan 6 farklı reataçman şeklinin basma dayanımlarının *in vitro* olarak karşılaştırılmasıdır. Ayrıca reataçman yapılan dişlerde, vertikal yönde uygulanan kuvvete karşı basma dayanımı sonrası oluşan kırık tiplerinin incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Vertikal Diş Kırıkları

Longitudinal (vertikal) kırıklar; tüm diş gruplarında oklüzal kuvvetler ve/veya dental işlemler sonucunda oluşabilir. Dişin vertikal yönlü kırıkları artan şiddette 5 ayrı sınıfa ayrılmıştır (1, 12-14).

- 1- Çatlak hattı (craze lines)
- 2- Kırık tüberkül (fractured cusp)
- 3- Çatlak diş (cracked tooth)
- 4- Ayrık diş (split tooth)
- 5- Dikey (vertikal) kök kırıkları (vertical root fracture)

Çatlak terimi, bir maddedeki tamamlanmamış kırığı ifade eder (bardak, diş vs). Kırık (fraktür) terimi ise bir maddedeki tamamlanmış veya tamamlanmamış kırığı ifade eder (bardak, diş, kemik). Kısaca; tüberkül kırıkları ve vertikal kök kırıkları dişin tamamlanmış veya tamamlanmamış kırıklarıdır. Çatlak hattı ve çatlak diş ise dişin sadece tamamlanmamış kırıklarını ifade eder (fragmanlar ayrılmamıştır). Ayrık diş (split tooth) ise sadece tamamlanmış kırıkları ve ayrılabilen fragmanları ifade eder (1).

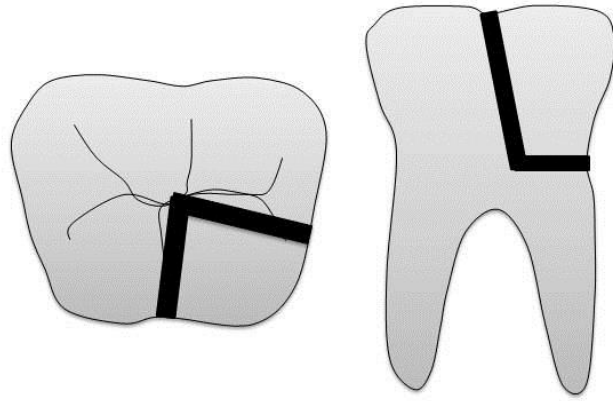
2.1.1. Çatlak Hattı:

Birinci sıradaki ve ciddi olmayan longitudinal kırık çatlak hatlarıdır. Yetişkinlerde yaygındır. Marjinal köşelerde, posterior dişlerde bukkal ve lingual yüzlerde ve anteriorlarda da vertikal defekt olarak bulunabilirler. Mine ile sınırlıdır ve doğal olarak bulunabilir (15).

2.1.2. Tüberkül Kırıkları:

Tüberkül kırıkları; kronun tamamlanmış veya tamamlanmamış subgingival yönlü kırıklarıdır. Genellikle meziyoiodistal ve fasiyolingual olarak her iki yönde de uzanır. Kırıklar kökün servikal üçlüsüne kadar uzanabilir (Şekil 1). Teşhisi ve tedavisi kolaydır ve genellikle iyi prognoz gösterirler. Diğer longitudinal kırık tiplerinden daha yaygın görülür ve dentini de içerir (13). Bu kırık tipi genellikle geniş çürüklü veya geniş restorasyonlu dişlerde görülür

(16). Tedavisi kırık parçanın yapıştırılması, parçanın alınarak uygun şekilde restore edilmesi ile olur. Çoğunlukla endodontik tedavi gerekmez. Uzun dönem prognozları iyidir ve genellikle restore edilebilen kırıklardır (17).



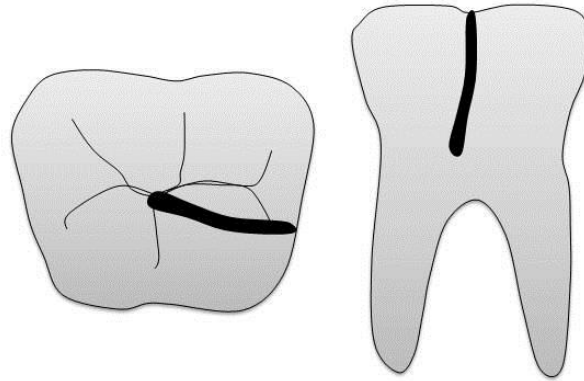
Kırık Tüberkül

Şekil 1: Tüberkül Kırıklarının Şematik Gösterimi

2.1.3. Çatlak Diş:

Çatlak diş terimi, krandan başlayan ve genellikle meziyo-distal yönde subgingivale doğru ilerleyen tamamlanmamış kırıkları ifade eder (18-20). Kırık hattı proksimal yüzlerin birine veya her ikisine birden uzanabilir (Şekil 2). Çatlak dişin etkileri tüberkül kırıklarına göre daha merkezde yerleştiği ve daha apikale uzandığı için daha kötü olabilir. Bir çalışmada, 6 yıl takip edilen endodontik tedavi görmüş hastaların yaklaşık %10'unda çatlak diş saptanmıştır (21). İleri yaşlarda daha sık görülmekle birlikte, çatlak diş her yaşta görülebilmektedir (18, 22, 23). Devamlı ve tekrarlayan kuvvetler diş yapısında yorgunluğa neden olur. Bunun sonucu olarak küçük kırıklar oluşur ve daha sonra bu kırıklar büyür. Çatlak dişler genellikle kırılma nesnelere (sert şeker, buz vs) sert çiğneyen kişilerde görülmektedir. Hastaların belirgin çiğneme kuvvetleri vardır ve fazla oklüzal kuvvet yüklenmesi görülür (20). Çatlak dişlerin teşhisinde öncelikle çatlağın tespit edilmesi, daha sonra çatlak hattının nereye uzandığının tespit edilmesi önemlidir. Çatlak diş ile endodontik tedavi arasındaki ilişki çatlak hattının nereye kadar uzandığı ile alakalıdır. Eğer çatlak hattı pulpal bölgeye yakın ise, bakteri ve bakteri ürünlerinin geçişi için uygun ortam oluşabilir ve sonucunda pulpal enflamasyonlar görülebilir. Tedavisine pulpal ve periapikal muayene sonucunda karar verilir. Bazı durumlarda kök kanal tedavisi gerekebilmektedir. Ayrıca tam kron restorasyonu ile de tedavi edilebilirler. Dişlerin prognozu duruma göre değişiklik gösterebilmektedir. Kırık ilerleyip dişin ayrılmasına bile neden olabilir. Bu durumlarda ilave tedaviler veya dişin çekimi gerekebilmektedir. Hastalar tedavinin olası sonuçları ve beklenmeyen değişikliklere karşı bilgilendirilmelidir.

Tan ve ark. (24) 50 irriversibl pulpitisli çatlak dişte yaptığı bir çalışmada, 2 yıllık başarı oranının % 85,5 olduğunu bildirmişlerdir. Krell ve Rivera'nın (21) reversibl pulpitisli 127 dişte yaptığı bir çalışmada; çatlak dişlere kanal tedavisi yapılmadan tam kron restorasyonu uygulanmıştır. Vakaların %20'sine 6 ay içerisinde irriversibl pulpitis nedeniyle kök kanal tedavisi yapılmıştır. Diğer dişlerin ise 6 yıllık takibinde bir sorun gözlenmemiştir.

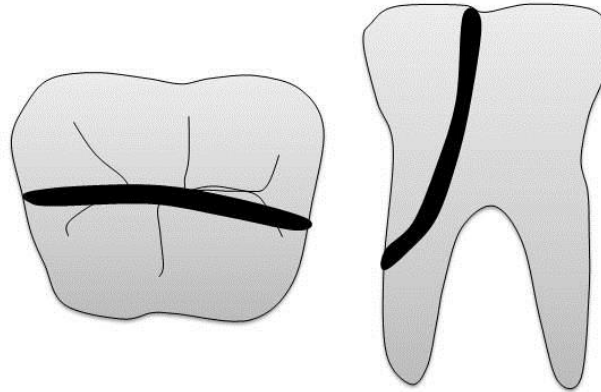


Çatlak Diş

Şekil 2: Çatlak Dişin Şematik Gösterimi

2.1.4. Ayrılmış Dişler (Split Tooth) :

Ayrık diş, kron dan başlayıp subgingivale doğru uzanan, genellikle meziodistal yönde her iki marjinal kenarı da içeren tamamlanmış kırıkları ifade eder. Çatlak dişlerin bir sonucu ya da ilerlemiş bir versiyonudur. Kırık tamamlanmış ve tüm yüzlere ulaşmıştır (25) (Şekil 3). Kırık hattı orta veya apikal üçlüye ilerleyebilir ve fragmanlar tam olarak ayrılabilir. Kırıklar aniden oluşabilir ancak genellikle tamamlanmamış çatlak diş kırıklarının ilerlemesiyle oluşurlar (26). Kırıklar genellikle pulpayı da içermektedir. Teşhis edilmeleri çoğu zaman kolaydır ve kırık hatları gözle görülebilmektedir (27, 28). Hasta genellikle çiğnemede ağrıdan bahseder. Periodontal abse bulunabilir. Tedavisinde, eğer kırık hattı derin ise kök amputasyonu veya dişin çekimi gerekir. Eğer kırık hattı çok derine ulaşmıyorsa kırık parça çıkarılıp kalan diş yapısı restore edilerek tedavi edilmeye çalışılır.



Ayrık Diş

Şekil 3 :Ayrık Dişin Şematik Gösterimi

2.1.5. Vertikal Kök Kırığı:

Amerikan Endodonti Derneğine göre “ Vertikal kök kırığı (VKK), apekten başlayıp dişin koronal parçasına doğru ilerleyen, kökün uzun eksenine yönünde uzanan kırık olarak tanımlanır. Kökün herhangi bir seviyesindeki, genellikle bukkal-lingual yönlü tamamlanmış veya tamamlanmamış kırık olarak da tanımlanır. Kırık hattı tek bir proksimal yüzü içerebileceği gibi her iki yüzü de içerebilir (Şekil 4). VKK, kök parçasından başlayarak koronale doğru servikal periodontal ataçmana kadar uzanır (29, 30). Dişin endodontik tedavisi sırasında ve sonrasında prognozu etkileyen önemli bir tehlikedir ve diagnozu zordur. Genellikle kesin teşhisten çok tahmini olarak teşhis edilir. Klinik göstergeleri daha çok periodontal hastalık ya da başarısız kök kanal tedavisi tarzındadır. Bu yüzden diğer benzer klinik durumlar ile ayrımının yapılması önemlidir. Radyografik olarak teşhis edilmeleri de zordur. Radyografik tanısı uygun radyografik açılıma, kontrasta, yoğunluğa (densite) , hassaslığa (sensitivite) ve klinisyenin bu faktörleri yorumlamasına bağlıdır.

Endodontik malpraktiste hasta iddiaları, genellikle ihmaller sonucunda oluşan durumlar üzerinedir (31). Vertikal kök kırığı kök kanal tedavisinin devamında oluşabilecek bir durum olduğu için bu iddialar üzerine sorumluluk taşınabilir (32). Mediko-legal perspektif açısından vertikal kök kırıklarının doğru ve zamanında teşhis ve tedavisi önemlidir (33).

Eğimli, mezyodistal olarak dar kanallar kırıklara daha yatkındır. Örneğin; mandibular keser ve premolarlar, maksiller ikinci premolarlar, maksiller molarların meziyobukkal kökleri, mandibular molarların mezial ve distal kökleri kırığa daha yatkındır. Yuvarlak, oval ve iri yapılı kökler daha dirençlidir. Örneğin maksiller santral keserler, maksiller molarların palatinal kökleri, maksiller kanin dişleri gibi (34).

Vertikal kök kırıklarının prevalansı kron- kök kırıklarının %2-5 'ini oluşturur (35). Endodontik olarak tedavili dişlerde vertikal kök kırığı oranı farklı toplumlarda %2-10 olarak rapor edilmiştir (4-6, 36).

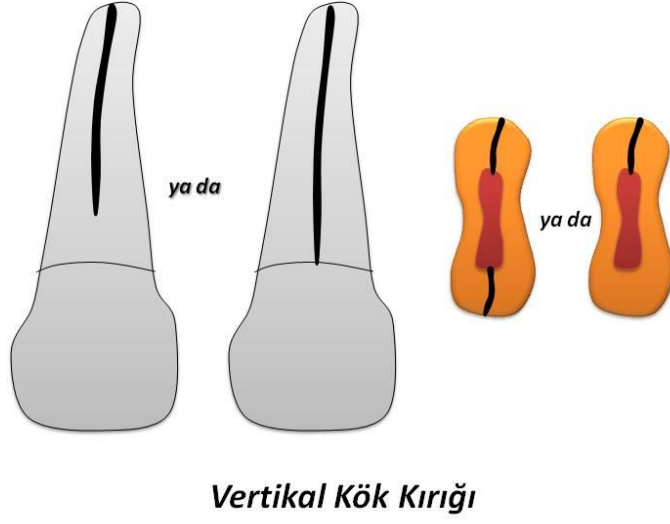
VKK fragmanların ayrılıp ayrılmamasına göre tamamlanmış veya tamamlanmamış kök kırıkları; alveol kret ile pozisyonuna göre supraosseöz ve intraosseöz kırık olarak da sınıflandırılabilir (37) (Şekil 5).

Tamamlanmış Kırık: Fragmanların tamamen olarak ayrılması gözle görülebilir olduğunda veya fragmanlar kendiliğinden hareket halinde olduğunda bu isim verilir.

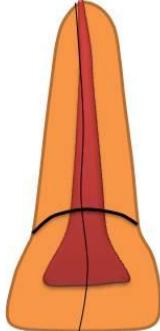
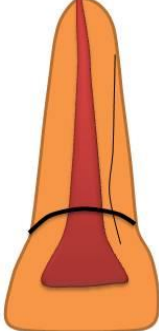
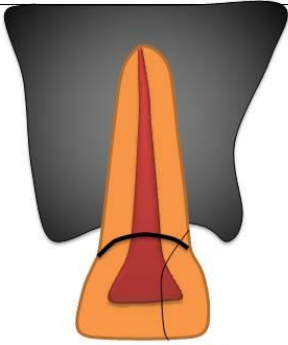
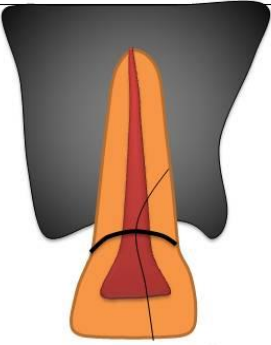
Tamamlanmamış Kırık: Fragmanların gözle görülebilir bir ayrılması yoktur ancak bir enstruman ile kolayca ayrılabilir.

Supraosseöz Kırık: Kırık hattı kemiğin üzerinde sonlanır ve periodontal defekt oluşturmaz.

İnstaosseöz Kırık: Kırık hattı destek kemiği içerir ve periodontal defekt oluşturur.



Şekil 4 : Vertikal Kök Kırıklarının Şematik Gösterimi

VERTİKAL KIRIKLAR	Fragmanların Ayrılmasına Göre	 Tamamlanmış Kırık	 Tamamlanmamış Kırık
	Kırığın Pozisyonuna Göre	 Supraosseöz Kırık	 Intraosseöz Kırık

Şekil 5: Vertikal Kök Kırıklarının Fragmanların Ayrılmasına Göre ve Kırığın Pozisyonuna Göre Sınıflandırılması

Vertikal kök kırıklı dişlerin korunması; fonksiyonunun devam etmesi, estetiğin, ark bütünlüğünün ve alveolar kemik yüksekliğinin korunması açısından önemli bir faktördür. Literatürde çeşitli vertikal kök kırığı tedavi girişimleri mevcuttur (9, 38-40). Ancak uzun dönem prognozları tartışmaya açık ve daha uzun takipler gerektirmektedir.

2.2. Vertikal Kök Kırıklarının Klinik Bulguları:

Kırık hattı genellikle fasiyal veya lingual düzlemde oluşur (3, 5, 41). Longitudinal yönde ilerler ve kökün uzunluğu boyunca uzanabilir. Genellikle internal kanal duvarlarından başlar ve dış yüzeye doğru ilerler (34).

VKK olguları genellikle asemptomatiktir. Çoğu vakada hafif ağrı varlığı tek semptom olarak görülmüştür (42). Bazı vakalarda, çiğneme spontan, donuk bir ağrı veya hafif diş mobilitesi görülebilir. Tek fistül ağzı birçok vakada görülmüştür. İntraoral şişlik ve çoklu fistül yolu sık görülen bir durum değildir. Gingival sulkustan apekse kadar uzanan bir cep görülebilir. Bazı vakalarda periodontal abseler görülen tek klinik bulgudur ve genellikle kırık hattının kronik enflamasyonundan kaynaklanır. Periapikal semptomlar görülebilir ancak hafif düzeydedir. Çünkü birçok vertikal kök kırığı periodontal lezyon gibi davranır.

VKK ile ilişkili ceplerde, cebin tek noktadan başlayıp apikale doğru ilerleyen bir cep olduğu ve başka cep bulunmadığı saptanmıştır. Bu cebin bulunması ve görünümü, kırığın yayılımına ve bulunma süresine bağlı olarak değişebilir. Derin cep, başarısız kök kanal tedavilerinde tipik olarak görülen bir durum olmadığı için, hastada periodontal hastalık ve buna bağlı cep yoksa bu tür bir cebin tespit edilmesi ayırıcı tanıda yardımcı olabilir. Bu nedenle, muayenede periodontal sond kullanılması önemlidir (5, 42).

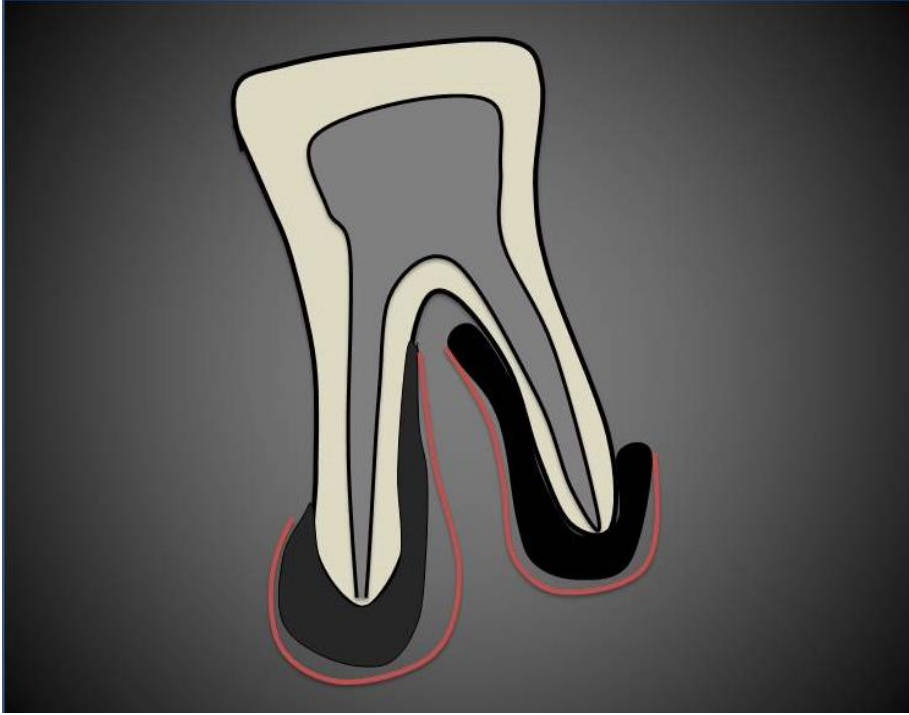
VKK olgularında fistül ağzının başarısız kanal tedavilerindeki gibi apikalde değil gingival marjine yakın olduğu belirtilmiştir. Bu durum ayırıcı tanıda yardımcı olabilecek klinik özelliklerden biridir. Bazı vakalarda cep ve fistül birlikte de görülmüştür (5). VKK nedeni ile çekilen premolar ve mandibular molar dişlerin mezial köklerindeki kemik rezorpsiyonu incelenmiş, 'V' şekilli kemik defekti (dehisens), vakaların % 91'inde görülmüş ve bu durum tipik olarak nitelendirilmiştir (43). Defekti oluşturan üçgende, üçgenin tepe noktasının rezorpsiyonun apikal noktası olduğu ve aynı noktanın çoğu vakada kırık hattının da en apikal noktası olduğu; rezorptif defektin daima kırık hattına baktığı görülmüştür.

VKK; kök kanallarının dolumu sırasında da teşhis edilebilir. Derin çatlaklar, dolum sırasında çıtlama sesi, keskin ağrı, kanaldan kanama gelmesi, gibi durumlardan herhangi biri ya da bunların kombinasyonu vertikal kök kırıklarının işareti olabilir (41). Bu bulguların tek bir vertikal kök kırığı vakasında bulunması zordur. Bu yüzden bulgular dikkatli olarak incelenmeli ve radyografik bulgularla desteklenmelidir. Bazen bir çatlak hattını ya da tamamlanmamış kırık hattını gözlemlemek VKK teşhisinde tek ipucu olabilir. Çeşitli boyama teknikleri, fiberoptik ışık ile transillüminasyon, CBCT ve cerrahi olarak kırığın görülmesi diğer yöntemlerdir.

2.3. Vertikal Kök Kırıklarının Radyografik Bulguları:

Vertikal kök kırıklarının radyografik bulguları büyük ölçüde değişkendir. Periodontal ligamentin diffüz bir genişlemesi şeklinde (42), kök ucu dolum materyalinin yer değiştirmesi (44), vertikal kemik kaybı (45), kök fragmanlarının ayrılması (46) veya kökün apikal parçasının yer değiştirmesi şeklinde (47) bulgular verebilmektedir.

Kemik yıkımı, kök ucunu aşır kök yüzeyinin tamamına yayılır. Radyografide bu tarz bir yıkım "J-şekilli" veya "hale" olarak adlandırılır (3). Lezyonlar başarısız kök kanal tedavisindekilere benzeyebilir (Şekil 6). Periodontal tip lezyonlar çok sık değildir. Endodontik olarak tedavi edilen molar dişlerde, bifurkasyon bölgesinde diğer bölgelerle birleşen radyolüseni vertikal kök kırıklarının işaretidir. Kemik fenestrasyonları ve dehissensleri de vertikal kök kırıklarının bulguları arasındadır (5, 29).



Şekil 6: Radyografide J- Şekilli Lezyon Görüntüsünün Şematik Gösterimi.

X-ışınları kırık hatından geçebilirse, bu yöndeki bir kırık hattı radyolüsent bir çizgi şeklinde gözlemlenebilir. Meziyodistal yöndeki kırıklar ise, disloke olmuş parçaların kökte basamak oluşturduğu durumlarda, radyopak bir çizgi şeklinde görüntü verebilir. Bunun dışında, meziyodistal yöndeki kırıkların radyografıta gözlenmesi neredeyse imkansızdır (48). Cohen ve arkadaşları (49) vakaların %27,63'ünde radyografıta kırık hattını belirleyebilmiştir. Farklı düzlemlerde kesitsel görüntüleme sağlayabilen konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KİBT), VKK teşhisinde yararlı olduğu gösterilmiştir. Aynı klinik çalışmada, iki farklı KİBT cihazı arasında da VKK teşhisi bakımından fark olduğu saptanmıştır (50). Radyografıta deplase kırıkların daha rahat gözlenmesine rağmen, Meister ve ark. (4), vaka serilerinin yalnızca %3,13'ünde, Tamse ve ark. (40) ise sadece %8,7'sinde deplase kırık kök parçasını gözlemleyebilmişlerdir. VKK olgularında kırık hattının klinik bulguları haricinde, dolaylı radyografik bulgular da izlenebilir. Bu özelliklerden birincisi radyografik olarak sık görülen periyodontal aralıkta genişlemedir Meister ve ark. (4) vakalarının %75'inde bu bulguya rastladıklarını, Cohen ve ark. (49) da en sık rastladıkları radyografik bulgunun periodontal aralıkta genişleme olduğunu belirtmişlerdir.

Tamse ve ark. (29, 51); endodontik tedavili üst premolar dişleri ve alt molar dişlerin mezial köklerini değerlendirdikleri çalışmalarda, VKK'lı dişlerde en sık rastlanan radyografik bulgunun 'hale' şeklinde radyolüseni olduğunu söylemişlerdir. Bunu, 'kökün

lateral yüzünde yer alan ve periapikal yönde kökün yan tarafına (mezyial, distal ya da ikisi birden) yayılan periradiküler radyolüsensi” olarak tanımlamıştır (51). “Krestal kemikten (mezyial, distal veya her ikisinden) apikale uzanan fakat kökün apikal üçlüsünü etkilemeyen lateral radyolüsensi” tipik bir bulgu olmuştur. Bazı olgularda lateral ve periapikal radyolüsensi birlikte görülmüştür. VKK’lı dişlerde görülen bu radyolüsent lezyonların sınırları incelendiğinde, bu lezyonların diffüz veya belirgin sınırlı olabileceği ancak çok azında radyopak kortikal sınır bulunduğu görülmüştür. Radyograflarda sıkça karşımıza çıkan periapikal radyolüsensi, Tamse ve ark. (29, 51) tarafından “kökün apikal bölgesinde yer alan ve koronale doğru 2 mm’den fazla uzanmayan bir radyolüsensi” olarak tanımlanır

VKK olgularında tipik periapikal radyolüsensilere sık rastlanmamakla birlikte kök çevresinde daha diffüz lezyonlar izlenmektedir. Bazı vakalarda, bifurkasyon bölgesinde radyolüsensi görüldüğü ancak bu bulgunun tek başına yeterli olmadığı, sadece diğer radyolüsensilerle birlikte görüldüğünde önemli ve anlamlı bir bulgu şeklinde değerlendirilebileceği belirtilmiştir (51). VKK olgularında vertikal kemik kaybının da rastlanabilen bir bulgu olduğu görülmüştür (51, 52).

Bu verilerin sonucunda; endodontik tedavili dişlerde radyografik olarak periodontal hastalık bulguları olmadan açılal kemik defekti görülmesi, “hale” görünümü izlenmesi, diffüz ya da sınırları belirgin ancak kortikal olmayan görüntü izlenmesi ya da diğer bulgularla beraber bifurkasyon bölgesinde radyolüsensi tespit edilmesi VKK’yı düşündürmelidir. Bu bulgular post uygulanmış bir dişte izlendiğinde veya endodontik tedavi yapılmış bir dişte uzun yıllardan sonra ortaya çıktığında kırıktan şüphe edilebilir (6, 29, 51).

Kök kanal dolgu materyali ile kanal duvarları arasındaki radyolüsent alan da teşhiste yardımcı olabilir. Ancak bu radyolüsent alan bir radyografik artefakt veya tamamlanmamış kök kanal dolgusu gibi görüntülerle karıştırılabilir. Bu yüzden radyografilerin kesin sonuç vermemekle birlikte, teşhise yardımcı oldukları söylenebilir.

VKK teşhisinde periapikal radyografi kullanımı klinik muayeneyi tamamlayan bir yöntemdir. Ancak iki boyutlu olması ve farklı düzlemlerin üst üste binmesi gibi çeşitli dezavantajlara sahiptir (53). KIBT’in diş hekimliğinde kullanılmasıyla birlikte maksillofasiyal yapıların üç boyutlu görüntüleri izlenebilmiştir (54, 55). Son çalışmalar, KIBT’nin kök kırığı teşhisinde konvansiyonel röntgen tekniklerine üstünlüğünü de ortaya koymuştur (56, 57).

2.4. KIBT'nin VKK Teşhisinde Kullanılması:

Bu teknikte kullanılan x-ışın demeti görüntülenecek alanın tamamını içine alabilmektedir. Böylece tek bir tarama ile silindirik veya küresel bir hacim görüntülenebilmektedir. Elde edilen görüntülerden bilgisayar yardımı ile, farklı düzlemlerde kesitler veya üç boyutlu görüntüler elde edilebilir (58).

VKK'nın konik ışınli bilgisayarlı tomografideki bulgusu; radyolüsent çizginin komşu dokuya ulaşmaması şartıyla, kökü kısmen ya da tamamen iki parçaya bölen radyolüsent kırık hattının en az iki ardışık kesitte izlenmesidir (59, 60).

VKK teşhisinde yüksek çözünürlükteki KIBT görüntüleri daha iyi sonuçlar vermiştir; ancak bu yöntemin, daha fazla radyasyona ve daha uzun tarama süresine sahip olması gibi dezavantajları mevcuttur. Hastanın daha az radyasyon dozuna maruz kalması ve diagnostik performansın iyi olması düşünüldüğünde, 0,2mm voksel büyüklüğünün VKK teşhisinde en iyi görüntüleme yöntemi olduğu belirtilmiş ve aksiyel kesitlerin incelenmesiyle kesin sonuçların elde edildiği bildirilmiştir (8).

Farklı tipte postların bulunduğu dişlerde yapılan ve KIBT ile VKK'nın teşhis edildiği bir çalışmada; fiber post bulunan dişlerdeki kırıkların tespitindeki diagnostik performansın, titanyum post bulunan dişlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür (61). Başka bir çalışmada ise kanalda gütä-perka bulunmasının, KIBT'nin sensitivitesini, spesifitesini ve kesinliğini düşürdüğü tespit edilmiş; değerlendirilen görüntüleme teknikleri arasında KIBT'nin en yüksek sensitiviteye sahip olduğu bulunmuştur (62).

Geleneksel ve dijital radyografinin KIBT ile kıyaslandığı çalışmalarda da, KIBT'nin diğer yöntemlere göre daha hassas ve daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür (63, 64). KIBT ile VKK teşhisinde kök kanal dolgusu varlığında doğruluğun anlamlı derecede etkilenmediği ancak hassaslığın azaldığı görülmüştür (59, 65). Bir *in vitro* çalışmada; oluşturulan 0.5mm, 1mm, 1.5mm ve 2mm vertikal kök kırıklarında KIBT kullanımının 0-2 mm arası kırıklarda daha doğru sonuçlar verdiği gösterilmiştir (66). Aksiyal görüntülemenin sagittal ve koronal görüntülemeye göre daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür (59). Multi-detektörlü BT'nin; KIBT ve dijital radyografi ile kıyaslandığı çekilmiş diş çalışmalarında; KIBT kullanımının diğer 3 yöntem arasında VKK teşhisinde en hassas yöntem olduğu tespit edilmiştir (62).

KIBT; geleneksel CT'ye göre daha düşük, panoramik filme göre daha yüksek radyasyona sahiptir (67). Ayrıca KIBT her klinikte bulunmayacağı gibi, bunu değerlendirecek uzman radyolog da her klinikte bulunmamaktadır.

2.5. Diğer Bulgular:

Bazı durumlarda kırık hattı gözle görülemez. Transillüminasyon testi, boya testi, cerrahi girişim veya bulunan restorasyonun kaldırılması gibi yöntemlerle kırık hatta görülmeye çalışılır. Fistül yolu varlığı, daha önceden kanal tedavisi görmüş bir dişte dar ve izole bir periodontal defekt varlığı VKK işareti olabilir. Cerrahi olarak açıldığında kırık hattı izlenebilir. Kırık çevresinde defekt bölgesi granülatöz doku ile dolmuş olabilir. Enflamatuvar doku kaldırıldıktan sonra kırık hattı kök yüzeyinde genellikle izlenebilmektedir. Operasyon mikroskobu da teşhiste önemli bir yardımcıdır (3, 5).

2.6. Vertikal Kök Kırıklarının Histopatogenezi:

Vertikal kök kırıkları; bakteri ve onların metabolitlerini, nekrotik pulpa dokusunu, dolum materyallerini ve yemek artıkları gibi iritan ajanları çiğneme sırasında kırık hattına doğru davet eder. Kırık hattındaki bakterilerin kaynağı periodontal veya kök kanalı kaynaklı olabilir. Bu sonuçlar periodontal sağlığın bozulmasına ve genellikle VKK ile ilişkilendirilen derin defektlere neden olabilir (68).

Kırık hattı ve komşu kanal birçok iritan tarafından işgal edilmiştir (69). Kırık bölgesi bakteriler, dolum partikülleri ve amorf materyaller için bir sığınak gibidir. Kırığa komşu kanal genellikle nekrotik doku içerir. Kırığa komşu periodontal doku genellikle enflamedir. Bağ doku kırık hattına doğru büyümüş olabilir (69).

2.7. Vertikal Kök Kırıklarının İnsidansı ve Diş Tiplerine Göre Dağılımı :

Premolar dişler vertikal kök kırıklarından en çok etkilenen dişlerdir, bunu molar dişler ve keser dişler takip etmektedir (70). En çok etkilenen kökler ise, maksiller ve mandibular premolar kökleri, mandibular molarların meziyial kökleri ve mandibular keser diş kökleridir

(71). Ayrıca mandibular molarların mezial kökleri ve bifurkasyonu olan maksiller premolarlar da anatomik olarak kök kırıklarına daha yatkındır (32, 72).

Endodontik tedavi görmüş dişlerin çekim nedenlerinin incelendiği çalışmalarda, VKK'nın görülme sıklığı ile ilgili bilgiler elde edilmiştir. Touré ve ark. (2) VKK'nın diş çekim nedenleri arasında %13,4 ile üçüncü sırada, Fuss ve ark. (73) %10,9 ile dördüncü sırada, Zadik ve ark. (74) ise %8,8 ile yine üçüncü sırada yer aldığını belirtmişlerdir. Morfis (36) ise endodontik tedavisini kendi yaptığı dişleri klinik ve radyografik olarak incelemiş ve VKK görülme sıklığını %3,69 olarak rapor etmiştir. Ettinger ve Qian (75) overdenture protezlerde dayanak diş olarak kullanılan ve daha sonra şikayet oluşturan dişlerde en sık rastlanan ikinci sorunu (%30,9) VKK olarak bildirmişlerdir.

Genellikle endodontik tedavi görmüş dişlerde görülmekle birlikte, endodontik tedavi görmemiş dişlerde de rastlanabilen bir durumdur. 315 vakanın incelendiği bir çalışmada endodontik tedavi görmemiş dişlerde % 40, 227 vakalık bir seride ise %51, oranında VKK'ya rastlanmıştır. VKK diş tipine göre incelendiğinde, kırık insidansının endodontik tedavi görmemiş molar dişlerde, endodontik tedavi görmüş molar dişlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Premolar dişlerde ise kırık insidansı endodontik tedavi görmüş dişlerde, endodontik tedavi görmemiş olanlara göre yüksek bulunmuştur (49, 76).

VKK görülme sıklığının 40-60 yaş arasında daha fazla görülür. Ortalama VKK görülme yaşının ve endodontik tedavi görmüş dişlerde endodontik tedavi görmemiş dişlere göre daha düşük olduğu söylenebilir. Yaşlı hastalarda VKK eğiliminin artması; yaş ilerledikçe dentinin mekanik özelliklerinin değişmesi, dişlerin geniş restorasyonlara ve kanal tedavisine maruz kalması ve dişlerin kullanım süresinin artması ile açıklanabilir (48, 49). VKK'ya endodontik tedavi görmüş dişlerde; erkeklerde kadınlara göre 1,4 kat, endodontik tedavi görmemiş dişlerde ise 3,6 kat daha fazla rastlanmıştır. Endodontik tedavi görmemiş dişlerde VKK insidansının erkeklerde daha yüksek bulunması ise; erkeklerdeki çiğneme kuvvetinin daha fazla olması, atrisyonda artma, sert yiyecekleri çiğneme alışkanlığı ve destek kemiğin esnekliğinin daha az olması gibi faktörlere bağlanabilir (76). Başka bir çalışmada VKK kadınlarda (%52,42) erkeklere göre (%47,58) daha sık görülmüş fakat bunun nedenlerinin henüz bilinmediği belirtilmiştir (49).

2.8. VKK oluşumunda Predispozan Faktörler:

Kök Kanal Anatomisi: Meziyodistal yönde dar olan kanallar, örneğin mandibular molarların mezial kökleri ve premolar dişlerin bukkal kökleri kırığa daha yatkındır (77). Bukkal ve lingual alanlardaki azalmış kurvatür yarıçapı olan kökler (77) ve kanal genişliğinin toplam kök genişliğine oranı da kök kırığı riskini artıran faktörler arasındadır (78).

Endodontik Tedavili Dişlerde Dentin Özelliklerinin Değişmesi: Pulpası olmayan dişlerde dentin normal dişlere göre daha fazla plastik deformasyon gösterir. İnsan dentininin dehidratasyonu dentinin Young's modülünü yükseltir. Yani diğer bir deyişle sertliğini artırır (79).

Kanal İçi Prosedürlerden Sonra Kalan Dentin Kalınlığı: Kanal genişletme sırasında veya post yuvası hazırlama sırasında aşırı miktarda dentin uzaklaştırılması (36, 77), oval kanallarda dairesel kanal preparasyonu yapılması kalan dentin kalınlığı azalacağı için kırık riski artacaktır (77). Diş yapısının mekanik olarak güçsüzleşmesi kavite preparasyonu sırasında oluşmaktadır. Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi kök kırık riskini artırmaktadır (80). Vertikal kök kırıkları genellikle endodontik tedavili dişlerde görülmektedir (6). Kökün mezial distal çapının azaldığı durumlarda vertikal kök kırığı riski artmaktadır (maksiller ikinci premolar, maksiller molarların mesiobukkal kökleri, mandibular molarların mezial kökleri) (11).

Korozyon ile İlişkilendirilen Kök Kırıkları: Pin ve postların korozyon ürünleri kök kırıklarıyla ilişkilendirilmektedir. 468 kök kırıklı dişte yapılan bir çalışmada vakaların %71,8'inde korozyon ürünleri veya pinde bozulmalar görülmüştür (81).

Spreader Kullanımı ve Vertikal Kök Kırıkları: Lateral kondansasyon sırasında spreader ile oluşturulan kama etkisi vertikal kök kırıklarına neden olabilmektedir (78).

Kök Kanalı Dolum Tekniği ve Vertikal Kök Kırıkları: Lateral kondansasyon sırasında aşırı kuvvet uygulanması VKK'ya neden olabilmektedir (41, 42, 71). Lateral kondansasyon tekniği fazla apikal basınca neden olurken, Obtura ve Thermafil uygulanması koronal basınca neden olur. Ayrıca Obtura ve Thermafil kök dentininin termal genişlemesineneden olur (43). Bir *ex vivo* çalışmada (82), kök kanalı genişletme ve doldurma işlemlerinin %13-33 arasında vertikal kök kırığına yol açtığı rapor edilmiştir.

Post Yerleştirilmesi ve VKK: VKK'lı dişler arasında post yapılmış olanların yüzdesi 61,7 ile 92 arasında bulunmuştur (6, 29, 83, 84). Açılı postlar apekse doğru kama etkisi oluşturmaktadır. Paralel postlar benzer stres dağılımı oluştururken, geniş çaplı ve uzun postlar en fazla stres dağılımına neden olmaktadır (84). Zirkonyum postlar ise rijittir ve vertikal kök

kırıklarına neden olabilmektedirler (85). Kök kanal dolumu ve post yerleştirmeleri özellikle apikal bölgede kırıkları artırmaktadır (6, 86). Açılı ve dişli postlar genellikle en yüksek kök kırığı insidansına sahiptir (%7). Açılı postlarda kırık genellikle kökün kronal üçlüsünde, paralel postlarda kökün apikal üçlüsünde daha çok oluşur. Ayrıca postun simantasyonu da simanın hidrostatik basıncı nedeniyle kökün deformasyonuna neden olabilir (87).

Post uzunluğu ile VKK arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda da farklı sonuçlara varılmıştır. Fuss ve ark. (84), VKK'lı dişlerde bulunan postların büyük çoğunluğunun kökün koronal ve orta üçlüsünde sonlandığını saptamışlardır. Araştırmacılar, post tasarımı, postun yerleştirilmesi ve simantasyonu sırasında uygulanan kuvvet gibi majör faktörlerin de etkili olduğunu ancak, elde ettikleri bulgular ışığında uzun postların kısa postlara tercih edilebileceğini belirtmiştir (84). Testori ve ark. (6) da, postu kökün orta üçlüsünden daha derine yerleştirmenin kırık riskini artırmadığını belirtmiştir. Buna karşın, bazı çalışmalarda kök boyunun yarısını geçen postların VKK'ya neden olabileceği belirtilmiş; incelenen VKK vakalarının çoğu çok uzun ve/veya çok geniş hatalı post tasarımına bağlanmıştır (36, 52). VKK'da post tipinin de önemli olduğu düşünülmüştür. Testori ve ark. (6), çalışmalarında VKK ile post tipi arasında ilişki kurabilmek için her tip posttan yeterli sayıda bulunmasa da, inceledikleri VKK'lı dişlerde en çok bulunan post tipinin döküm post-kor olduğunu belirtmiştir. Fuss ve ark. (84) da araştırmalarında VKK'lı dişlerde bulunan postların çoğunluğunun vidalı post ve kök ucuna doğru incelen döküm post olduğunu saptamıştır.

Parafonksiyonel Alışkanlıklar: Çürüksüz, endodontik tedavi görmemiş ve restore edilmemiş posterior dişlerde bazen tekrarlayan aşırı oklüzal kuvvetler nedeniyle kök kırıkları görülebilir. Bunun sebebi güçlü çiğneme kasları, buz çiğnemek, abraziv gıda maddesi tüketimi gibi alışkanlıklar ve parafonksiyonel alışkanlıklar sayılabilir (37). Tüm bu faktörlerin birleşimi VRF riskini artırmaktadır.

2.9. Kanal patı ve doldurma tekniğinin vertikal kök kırığı direnci üzerine etkisi:

Kök kanal dolgu maddeleri dişte meydana gelen kaybı mümkün olduğunca geri kazandırarak bu durumu avantaja çevirebilirler. Endodontik tedavinin amacı; dişin ağızda fonksiyonel olarak kullanılmasının yanında uzun dönem prognozu açısından sızıntıya karşı iyi bir tıkama sağlamak ve kalan diş yapısının direncini artırmaktır (88, 89). İdeal kök kanal dolgusu için tüm kök kanal sistemi üç boyutlu olarak doldurulmalıdır. Üç boyutlu bir tıkama

sağlamak için gütâ perka konları ile beraber kök kanal dolgu patları kullanılmalıdır. Kök kanal patları sadece kök dentinin ve gütâ perkanın adezyonunu sağlamakla kalmaz aynı zamanda kök kanal duvarı ve gütâ perka konları arasındaki minör uyuşmazlıkları ve boşlukları da doldurur.

Patların radiküler dentine bağlanma özelliklerinin artırılması, restore edilen dişi güçlendirerek daha yüksek kırılma direnci sağlayabilir. Böylece uzun dönemde başarılı bir endodontik tedavi sağlanmış olur (90). Dental bir materyalin dişi güçlendirmesi için, dentine bağlanması gerekmektedir. AH plus epoksi rezin içerikli bir pat olup birçok çalışmada diğer dolgu patları ile karşılaştırmak üzere kullanılmıştır (91, 92). Kalsiyum hidroksit içerikli patlar biyolojik olarak iyi doku toleransı gösterirler. Ancak dentine bağlanma kuvvetleri rezin kadar iyi değildir (93). Resin esaslı kanal patı olan AH Plus ile doldurulan köklerde kırılmaya karşı direnç kalsiyum hidroksit içerikli bir pat olan Apexit ile doldurulan köklere göre daha yüksek bulunmuştur (91, 92). Yıldırım ve ark. (94) kanal dolgusu sırasında kullanılan dolgu yöntemini kırılma direnci açısından anlamlı farklılık bulamamıştır. Ersev ve ark. (95), kökleri AH Plus ve Metaseal patları ile tek kon ve lateral kompaksiyon tekniği kullanarak doldurduktan sonra kırılma direnci açısından incelemişlerdir. Kanal dolgusunda, AH Plus patının tek kon veya lateral kompaksiyon tekniği ile kullanılmasının kökte kırılma direnci açısından istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca tek kon tekniğinde spreader kullanılmamasından dolayı köke uygulanan kuvvetlerin ekarte edildiğini söyleyen çalışmalar mevcuttur (34, 96).

Haragushiku ve ark. (111) endodontik patların kök dentinine adezyon özelliklerini incelemişler, AH Plus'ın dentine bağlanma kuvvetinin Apexit ve diğer patlara göre oldukça yüksek olduğunu tespit etmişlerdir (97). Bunun nedenini patların molekülleri arasındaki kohezyona ve patın tübüller içerisindeki penetrasyonuna bağlamışlardır. Birçok çalışmada epoksi rezin içerikli patların kalsiyum hidroksit ve çinko oksit ojenol içerikli patlara oranla, dentin duvarlarına daha fazla adezyon ve dentin tübülleri içerisine daha derin penetrasyon gösterdiği ifade edilmiştir (91, 92).

2.10. Tedavi:

VKK ile ilgili semptomlar genellikle akut değildir ve hastalar uzun yıllar rahatsızlık çekebilir. Bazı hastalar dişin tedavisi yerine ağızda bırakılmasını isteyebilir; fakat bu kırık diş ağızda mevcut iken kemik kaybının devam edeceği, periodontal sorunlara yol açacağı, bu durumun ileride yapılacak cerrahi ve restoratif tedavileri güçleştireceği konusunda hasta

bilgilendirilmeli ve ağızda kalan vertikal kırıkların ağızda yaratacağı komplikasyonlar nedeniyle tedavi veya çekim arasında karar verilmelidir (98, 99).

VKK tedavisinin zorluğunun derecesi dişin tipi, geçen süre ve kırık konumuna bağlıdır. Vakaların çoğunda, gingival sulkusta ve dişin kök kısmında periodonsiyumda harabiyet görülür (69). Hemen hemen hepsinde kemik kaybı söz konusudur. Periodonsiyum ve kemik tamiri bakteriyel bir enfeksiyon varlığında gerçekleşemez. Bu nedenle tedavideki amaç kırık hattının tamiri ve bu alana bakteri sızıntısının engellenmesidir (41).

Tedavi planlamasında ilk önce dişin çatlak mı yoksa kırık mı olduğu belirlenmelidir. Kırık parçaların ayrıldığı gözlenmesi, radyografik değişiklikler görülmesi, kemik kaybı olması durumunda, dişte vertikal kök kırığı olduğu kabul edilir ve çekim düşünülebilir. Dişin çatlak olup kemik kaybının olmadığı durumlarda ise konservatif yöntemlerle kök üzerinde dolgu planlanabilir (100).

Vertikal kırıklı dişleri korumak için herhangi bir spesifik tedavi yöntemi tanımlanmamıştır (101, 102). Çok köklü dişlerde kırık kökün çıkarılması, kök amputasyonu başarılı bir tedavi yöntemidir (41, 103). Prognoz posterior dişlerde kırık parçanın çıkarılabildiği durumlarda iyidir. Çalışmalarda kırık parçaların çıkarıldığı posterior dişlerde dişin 5 yıl ağızda kalma oranı %94 (104, 105) ve 10 yıl ağızda kalma oranı ise %68 olarak bildirilmiştir (105). Ayrıca çok köklü dişlerde fragmanları birleştirip tekrar sokete replante edilen çeşitli tedavi yöntemleri de denenmiştir (106-112). Kırık parçaların birleştirilmesinde cam iyonomer siman, 4META\MMA-TBB, dual sertleşen rezin siman, kompozit rezin gibi materyaller kullanılmıştır. VKK nedeniyle oluşan periodontal defektler çeşitli greft materyalleri ile tedavi edilmiştir (Tablo 2).

Genel olarak tek köklü dişlerin prognozu kötüdür ve sıklıkla tercih edilen tedavi yöntemi çekimdir. Diş çekimine alternatif tedavi yaklaşımı olarak planlı (intentional) replantasyon önerilmektedir. Bu yöntemde dişin periodontal dokularına mümkün olduğunca zarar vermeden çekimi, kök kanal dolgusunun ve granülasyon dokusunun uzaklaştırılması, kırık parçaların adeziv rezin sementle ekstraoral olarak birleştirilmesi ve dişin replantasyonu gerçekleştirilir. Araştırmacılar kırık segmentin çıkarılmasının yanında kırık segmenti biyolojik uyumlu materyallerle birleştirmeye çalışmışlardır (9, 10, 78, 88, 102, 113-115).

Siyanoakrilat VKK'lı anterior dişlerin yapıştırılmasında kullanılmış dişlerin uzun süreli prognozlarının (16 ay) kötü olduğu, derin cep ve kemik yıkımı meydana geldiği

bildirilmiştir (113). *In-vitro* ortamda kırık parçalarının; cam iyonomer siman, kompozit rezin ve siyanoakrilat ile yapıştırılarak bağlanma dayanımları karşılaştırıldığında kompozit rezin ve siyanoakrilat, cam iyonomer simandan üstün bulunmuştur (116). Az sayıdaki vakalarda cam iyonomer simanın kullanımı bildirilmiştir. Cam iyonomer siman kırık hattının yayılımını engellenmesi amacıyla kırık hattı boyunca uygulanmıştır (117). Cam iyonomer ve amalgam kök kanalının koronel 2/3' üne kadar tam olmayan kırıklarda uygulanmış ve 8 aylık takibinde başarılı sonuçlar açıklanmıştır (118).

Kalsiyum hidroksit, doku onarımı ve kemik defektlerini düzeltmek amacıyla kullanılmıştır. Dişe öncelikle kalsiyum hidroksit uygulanmış, ardından cam iyonomer simanla güçlendirilmiştir. Altı aylık kontrollerde iyileşme görülmüştür (119).

VKK'lı dişlerin tedavisinde politetrafloretlen Gore-tex membran periodontal ataçman oluşturmak için cam iyonomer siman ile birlikte kullanılmış, 6 diş 12 aylık periyotta kaybedilmiştir (88).

Vertucci (78) tek bir dişte tam olmayan bir bukko-lingual vertikal kırıkta, bukkal segmenti çıkartıp amalgam ile kök kanal dolgusu yaptıktan sonra kök yüzeyine 5 dakika yüzde 20'lik sitrik asit uygulamıştır. Dişin 3 yıllık takibinde fonksiyonel olduğunu ve periodontal sorun olmadığını gözlemlemiştir.

Kırık parçaların bağlanması amacıyla karbondioksit ve Nd: YAG lazer *in-vitro* olarak denenmiş ve etkisiz bir yöntem olduğu görülmüştür (72). Bu uygulama taramalı elektron mikroskobu ile incelendiğinde,ısıya bağlı çatlaklar, sement yüzeyinde bozulma,sement ve alttaki dentin arasında ayrılma görülmüştür (72). Hedef dokudaki termal değişiklikleri tahmin etmek zordur ve vital dişlerde oluşturacağı pulpal yaralanmalar göz önünde bulundurulmalıdır (101).

VKK tedavisinde Hayashi ve ark. (120) 26 dişin fragmanlarını 4-META/MMA-TBB ile yapıştırmış ve replante etmiştir. 4 ve 76 ay arasında değişen takipte 6 vakanın başarılı, 12 vakanın fonksiyonel olduğu ve ağızda kaldığı görülmüştür. 8 vaka ise tekrar kırık oluşması, gingival enflamasyon gibi nedenler ile başarısız olmuştur. Dişlerin 12 aylık takibinde %88,5 başarı; 36 aylık takibinde ise %69,2 ve 60 aylık takiplerinde %59,3 başarı oranı bildirilmiştir.

Öztürk ve Ünal (102) soketinden ayrılmış bir VKK olgusunda rezin simanla restorasyon sonrası replantasyon yapmışlardır. Dual sertleşen rezin simanla birlikte bio-absorbe membran bariyer kullanmışlardır. Dişin 4 yıllık kontrollerinde klinik ve radyolojik

olarak asemptomatik olduğu, ataçman kaybının geri kazanıldığı ve kemik rejenerasyonunun gerçekteştiği gözlemlenmiştir.

Özer ve Ünlü (9) ise 3 adet vertikal kırıklı dişi ekstraoral olarak self-etch dual sertleşen resin siman ile yapıştırdıktan sonra replante etmişlerdir. 2 yıllık takiplerinde dişlerin asemptomatik olduğu, ankiloz olmadığı ve periapikal radyolüsenside küçülme olduğunu gözlemlemişlerdir.

Vertikal kök kırıklı dişlerin korunması; fonksiyonunun devam etmesi, estetiğin, ark bütünlüğünün ve alveolar kemik yüksekliğinin korunması açısından önemli bir faktördür. Literatürde çeşitli vertikal kök kırığı tedavi girişimleri mevcuttur. Ancak uzun dönem prognozları tartışmaya açık ve daha uzun takipler gerektirmektedir.

Son yıllarda kırık fragmanların reataçmanı ve replantasyonu ile tedavi girişimleri artışı dikkat çekmektedir.

Tablo 1: Vertikal yönlü diş kırıkları ve özellikleri

	Çatlak Hattı	Tüberkül Kırığı	Çatlak Diş	Ayrık Diş	Vertikal kök kırığı
Lokasyon	Genellikle marjinal kenarlarda, sadece mineyi içine alır	Kron ve kökün servikal kenarı	Sadece kron veya kromdan köke doğru	Kron ve kök; proksimal yüzlere uzanabilir	Sadece kök
Etiyoloji	Oklüzal kuvvetler- ısı döngüsü	Desteksiz tüberkül, zararlı alışkanlıklar	Zararlı alışkanlıklar, zayıflamış diş yapısı	Zararlı alışkanlıklar, zayıflamış diş yapısı	Post, dolum teknikleri, fazla kök dentini uzaklaştırılması
Semptom	Asemptomatik	Çiğneme ve soğukta keskin ağrı	Çok çeşitli	Çiğneme ağrı	Yok veya hafif
Teşhis	Direkt görme, transillüminasyon	Gözle , restorasyonu kaldırarak	Isırma, restorasyonun uzaklaştırılması	Restorasyonun uzaklaştırılması	Flep kaldırılması ve transillüminasyon
Tedavi	Tedavi gerektirmez	Tüberkülün ve/veya restorasyonun uzaklaştırılması	Pulpal ve periapikal duruma göre kök kanal tedavisi, tam kron restorasyon	Çeşitli restorasyonlar veya çekim	Dişin çekimi ya da kırık kökün çekimi. Reataçman ve replantasyon denemeleri
Prognoz	Çok iyi	Çok iyi	Tartışmalı	Tartışmalı	Umut vaadediyor

Tablo 2: Literatürde Vertikal Kök Kırıklı Dişler için Denenmiş Tedavi Alternatifleri

YAZAR – YIL (KAYNAK)	Diş	TEDAVİ PLANI	GÖZLEM	SONUÇ
Oliet 1984 (113)	16	Fragmanlar siyanoakrilat ile birleştirilmiş ve replante edilmiş	16 ay	Cep derinleşmesi, kötü prognoz
	36		3 ay	Çekim
	21		15 ay	Rezorbsiyon, Kötü prognoz
Vertucci 1985 (78)	27	Fragmanlar gore-tex membran ve CIS ile yapıştırılmış ve replante edilmiş	12 ay	Uzun dönem takip gerekmektedir
Selden 1996 (88)	6 kök	2 aşamalı cerrahi, CIS, kemik greft ve Gore-tex membran	12 ay	Tüm dişler çekim
Takatsu 1995 (112)	26	Ayrık fragmanları orto-elastiklerle birleştirme	42 ay	Fonksiyonel
Kudou&Kubota 2003 (114)	25	4-META/MMA-TBB ve titantum post	18 ay	Patoloji görülmemiş, uzun dönem takip gerekmede
Kawai&Masaka 2003 (101)	15	Rezin sementle birleştirip,180°rotasyonla replantasyon ve 3 hafta splint	36 ay	Patoloji görülmemiş
	25		33 ay	Kötü prognoz devamlı radyolüseni
	21		36 ay	Patoloji yok, sağlıklı PDL

Hayashi ve ark. 2004 (10)	26	4-META/MMA-TBB ile fragmanlar birleştirilip replante edilmiş	76 ay	18 vaka başarılı 8 vaka çekim
Fidel ve ark 2006 (115)	11	Ortodontik ekstrüzyon ve fiber post	13 ay	Patoloji yok, uzun dönem takip gerekir
Arıkan ve ark 2008 (121)	11	Dual Cure Rezin Siman ile fragmanların birleştirilmesi	72 ay	Patoloji yok, sağlıklı PDL
Öztürk & Ünal 2008 (102)	11	Self –etch dual cure rezin siman	96 ay	Klinik ve radyografik olarak sağlıklı
Taschieri ve ark 2010 (40)	7 farklı diş	Flap operasyonu, defektler kalsiyum sülfat ile kapatılmış, MTA ile örtülenmiş	33 ay	5 diş sağlıklı 2 diş çekim
Özer ark 2011 (9)	22,23	Self etch adeziv rezin ile fragmanların birleştirilmesi	24 ay	Klinik ve radyografik olarak patoloji gelişmemiş
	22			
	13			
Floratos&Kratchman 2012 (39)	16	Kırık kökler rezeke edilmiş. Osteotomi yapılmış, kollajen membran uygulanmış, kök ucu dolum materyali MTA	24 ay	Cep derinlikleri normal PDL sağlıklı
	36		12 ay	
	26		11 ay	
	26		8 ay	
Leal Da Silva ve ark 2012 (122)	13	Flap operasyonu, kırık hattı kompozit ile restore edilmiş	24 ay	Klinik ve radyografik olarak sağlıklı
Agraval ve ark 2012 (38)	36	Distal kök hemiseksiyon ile uzaklaştırılmış	24 ay	Kemik formasyonu tamamlanmış, mezial tarafta minimum kemik kaybı
Nizam ve ark 2015 (7)	21 farklı diş	4-META/MMA-TBB ile fragmanlar birleştirilip replante edilmiş	12 ay	19 vaka başarılı 2 vaka çekim

2.11 Planlı Replantasyon:

Planlı replantasyon Grossman (123) tarafından şöyle tanımlanmıştır: Dişin kasıtlı (intentional) olarak çekimi ve soket dışındayken olabildiğince çabuk bir şekilde kök kanallarının doldurularak tekrar alveolüne yerleştirilmesi ve splintlenerek ağızda tutulmasıdır. Kingsbury ve Wiesenbaugh (124), 151 replante dişte başarı oranını operasyondan 3 yıl sonra %95, Bender ve Rossman (125) ise 31 dişte yaptığı planlı replantasyonun başarı oranını, operasyondan 3 yıl sonra %80,6 olarak rapor etmişlerdir. Asgary ve ark. (126), 18 planlı replantasyon yapılan dişin ortalama 15,5 aylık başarı oranını %90 bulmuştur. Özer ve ark. (9) ise planlı replantasyon yapılan vertikal kök kırıklı 3 anterior dişin 2 yıllık başarı oranını %100 olarak bildirmiştir. Aşağıdaki tabloda 1999 yılından günümüze kadar yapılan bazı planlı replantasyon vakalarının takip süreleri ve başarı oranları verilmiştir (126) .

Tablo 3: Planlı replantasyon vakaları ve başarı oranları

Yazar, Yıl (Kaynak)	Replantasyon Nedeni	Planlı Replantasyonun Uygulama Şekli	Takip Süresi	Başarı Oranı % (n)
Aqrabawi 1999 (127)	47 numaralı dişte endodontik başarısızlık	Ekstraoral apikal cerrahi sonrası	65 ay	100 (2/2)
Kawai ve Masaka 2002 (101)	15 numaralı dişte kök kırığı ve mobilite ve 25 numaralı dişte kök kırığı	180 derece rotasyon, köklerin yapılandırılması ve ortodontik tellerle splint	36 ay	100 (2/2)
Arun. 2004 (128)	Çeşitli şiddette vertikal kök kırıkları	Ekstraoral olarak yapıştırma, ardından metalik post ve kron restorasyonu	4-72 ay	69 (18/26)
Peer 2004 (129)	Çeşitli endodontik problemler	Ekstraoral apikal cerrahi	6-192	89 (8/9)
Andreasen ve ark. 2006 (130)	Üst anterior dişlerde travma ile ilişkili ankiloz	Ekstraoral retrograd titanyum, sokete emdogain uygulaması	24-72	47 (7/15)
Asgary ve ark 2010 (131)	36 numaralı dişte furkal perforasyon	Perforasyon tamiri ve kök ucu dolgusu sonrası	24	100 (1/1)
Baltacıoğlu ve ark. 2011 (132)	Şiddetli periodontal hastalık	Kemik allogreft tedavisi sonrası	12	100 (12/12)
Nizam ve ark 2015 (7)	Çeşitli şiddette vertikal kök kırıkları	4-META/MMA-TBB ile fragmanlar birleştirilip replante edilmiş	12 ay	90 (19/21)

Endodontide planlı replantasyon kabul edilen ve güvenilen bir tekniktir. Planlı replantasyon geleneksel tedaviler başarısız olduğunda veya uygun şekilde yapılamadığında endike olur (125, 129). Bu teknik, dişin çekimi, rezeke edilen dişin veya kök perforasyonunun örtülenmesinden sonra dişin tekrar yerine yerleştirilmesini içerir (125, 129). Endodontik tedavi görmüş vertikal kırıklı, kron-kök kırıklı, periodontal olarak ümitsiz ve replasman rezorbsiyonu görülen dişlerde de bu teknik kullanılmaktadır (133, 134). Bu tekniğin önemli noktalarından bir tanesi periodontal membran ve sement hücrelerinin vitalitesinin korunmasıdır (125, 129). Klinik çalışmalarda planlı replantasyondan sonra periapikal iyileşme oranının %72 ile %89,5 arasında olduğu bildirilmiştir (125, 135, 136). Planlı replantasyonun ilk basamağı, dişin atravmatik olarak çekimidir. Bukkal/lingual kortikal düzlemler korunmalıdır, sementin zarar görmesini önlemek için elevatörler kullanılmamalıdır (137, 138). Planlı replantasyon prosedürü boyunca diş, kron yüzeyinden tutulmalıdır ve kök yüzeyine temastan kaçınılmalıdır (139). İşlem sırasında soketin steril gazlı bez ile tükrük kontaminasyonundan korunması önemlidir (140). Bazı araştırmacılar soket duvarlarının iyileşmeye yardımcı olabilecek kalan PDL hücreleri için kürete edilmemesi gerektiği önerirken (139, 141), bazı araştırmacılar da enflamatuvar doku ve kan pıhtısının uzaklaştırılması için küretajı önermiştir (142, 143). Lup ya da büyütme lenslerinin kullanımının teşhiste yardımcı olabileceği söylenmiştir (144). Diş yerine yerleştirildikten sonra periapikal radyografi alınarak dişin doğru pozisyonda olduğundan emin olunmalıdır (134). Dişin ağız dışında kaldığı zaman çok önemlidir ve olabildiğince kısa tutulmalıdır. Birçok araştırmacı, dişin çekiminden yerine yerleştirilmesi arasında geçen sürenin en fazla 20-30 dakika olması gerektiğini söylemiştir (114, 145). Son basamak ise replante edilen dişin stabilizasyonudur (123, 146). Splintleme işlemi fazla mobilitayı önlemek ve periodontal iyileşmeye yardım etmek için gereklidir. Küçük miktarda mobilite periodontal iyileşmeye katkı sağlayacağından fleksibl splintleme, rijit splintlemeye göre daha avantajlıdır. (147).

Çekim sırasında oluşan çatlak veya kırıklar önemli komplikasyonlardır (125, 135). Planlı replantasyondan sonra yaşanan en ciddi problemler apikal lezyon veya ağrının geçmemesi, periodontal cep oluşumu, mobilite, eksternal enflamatuvar rezorbsiyon veya replasman rezorbsiyonu, ankiloz, PDL ve sementin nekrozudur (139, 148).

Uzun dönem klinik sonuçlarına göre; VKK'lı olgularda dişin çekiminden sonra kırık parçaların adeziv rezinlerle yapıştırılarak tekrar replante edilmesi dikkate alınması gereken ve çekime alternatif olabilecek bir yöntemdir (102, 120).

2.12. Ferrule Etkisi:

Endodontik olarak tedavi edilen diş yapıları restore edilmemiş vital dişlerden farklıdır ve özel restoratif tedaviler gerektirir. Kök kanal tedavili dişlerin restorasyonlarının başarılı olması için koronal sızdırmazlık, kalan diş yapısının korunması, dişin fonksiyonunu yerine getirebilmesi ve kabul edilebilir bir estetik gereklidir. Post restorasyonlu dişlerin başarısızlık nedenlerinden biri de kök kırıklarıdır. Kron ve post preparasyon dizaynı özellikleri ile kök kırıkları azaltılabilir. Ferrule etkisi dişi güçlendirmeye yönelik bir metal yüzük ya da başlık olarak da tanımlanabilir. Kelimenin kökeni Latincedeki demir (ferrum) ve bilezik (viriola)'ten gelmektedir (149). Dental ferrule ise dişin koronal yüzünü saran metal bir bant olarak tanımlanır. Ekstrakoronal destek kavramı Rosen tarafından 1961 yılında "altından subgingival yaka ya da önlük olarak tanımlanmış ve dişetine doğru olabildiğince uzanarak dişin servikal kısmını sarmasını tavsiye edilmiştir (150).

Barkhordar (151), 20 adet çekilmiş maksiller santral dişte 2mm'lik metal yaka oluşturdukları grupta köklerin kırık direncinin önemli derecede artırdığını bulmuşlardır. Ayrıca grupların kırık tipleri arasında da farklılık saptamışlardır. Ferrule etkisi oluşturulan dişlerde kırıkların genellikle horizontal olduğu görülürken, oluşturulmayan gruplarda daha çok vertikal kırıkların oluştuğunu saptamışlardır.

Josept ve Ramachandran (152), servikal yakaların bukkal dentin duvar kalınlığıyla olan ilişkisini incelemiştir. Kırk adet çekilmiş maksiller santral diş 4 gruba ayrılmış ve dişlerde 1mm ve 2mm lik bukkal dentin bırakmışlardır. 60 derecelik eğimli ve eğimi olmayan 2 grup daha oluşturmuşlardır. Sonuçta 2mm'lik yaka oluşturmanın kök kırığı direncini artırdığını ve servikal yaka oluşturulan dentin yapılarının kırılma değerleri üzerine anlamlı etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Hemmings ve ark. (153), servikal yakanın post ve kor yapısı üzerinde özellikle torsiyonel kuvvetlere karşı yararlı olduğunu göstermiştir. Fazla eğim verilen dişlerde torsiyonel kuvvetlere karşı 13 kez daha fazla dayanıklılık saptanmıştır.

Sorensen ve Engelman (154), koronal diş yapısının korunması, kor yapısının minimal açı olacak şekilde kullanılması ve oluşturulacak metal yakanın dişi 360 derece saran dentin duvarlarına paralel bir yapı olması gerektiğini belirtmişlerdir. Vertikal yüksekliği 1 mm olan ferrule ile prepare edilen dişlerin ferrule olmayan dişlere göre 2 kat daha fazla fraktür direnci gösterdiğini saptamışlardır.

Libman ve Nicholls (155) oluşturulan 0.5 mm, 1mm, 1.5mm ve 2 mm'lik ferrule etkilerini dişler üzerinde incelemiştir ve 1.5 ve 2 mm'lik ferrule etkilerinin diğer gruplardan daha etkili olduğunu ve en az 1.5 mm'lik ferrule etkisi oluşturulması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Rosen & Partida-Rivera (11), 76 adet maksiller lateral keser dişte, kronları mine-sement sınırının 1 mm üzerinden uzaklaştırılmıştır. Dişlerin yarısı 2mm yüksekliğinde 0.25mm genişliğinde prepare edilmiştir. Altın döküm yakalar kronun parçası olarak inşa edilmiştir ve dişlere simante edilmiştir. Vidalı postlar yerleştirilmiştir ve kök veya post kırığı oluşana kadar vidalar sıkılmıştır. Sonuçta oluşturulan ferrule etkisi kök kırığını anlamlı derecede azaltmıştır.

Torbjörner ve ark. (156), bir retrospektif çalışmada, 638 hastada 788 metal post uygulanmış dişi incelemişler, 46'sı retansiyon kaybına bağlı olmak üzere 72 vakanın başarısızlıkla sonuçlandığını gözlemlemiştir. Başarısızlığa uğrayan dişlerdeki tüm post kırıklarının (6 vaka) ferrule etkisi oluşturulmayan dişlerde olduğuna dikkati çekmişlerdir. Diğer başarısızlıklar ise kök kırığı nedeniyle oluşmuştur.

Isidor ve ark. (157) ise post ve ferrule uzunluğu ile siklik yükleme arasındaki ilişkiyi incelemiş, artmış ferrule yüksekliğinde (2.5mm) kırık direncinin de arttığını göstermişlerdir.

Al-Hazaimeh ve Gutteride (158), ferrule etkisi oluşturulan grupta oblik kırığı, ferrule etkisi oluşturulmayan grupta ise vertikal kırığı daha fazla gözlemlemiştir

Cheung ve Chan (159), 10-20 yıl önce kök kanal tedavisi yapılan 608 dişi inceledikleri çalışmalarında, döküm post ve kor yapılan ancak ferrule etkisi oluşturulmayan dişlerin ferrule etkisi oluşturulan dişlere göre başarısız olduğu sonucunu bildirmişlerdir.

Tan ve ark. (160) sağlam ve kanal tedavili dişlerde ferrule varlığının ve farklı boyutlarda ferrule etkisinin kırılma değerleri açısından kıyaslamıştır. Post-kor yapılan endodontik tedavili dişlerde 2 mm'lik tek tip bir ferrule etkisi, diğer tüm gruplardan daha yüksek kırılma direnci göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları genel bir fikir birliği olan 2mm ferrule etkisinin statik yüklemeler altındaki dişleri koruyucu etkisini desteklemektedir (161). Aynı çalışmada diş üzerinde değişen uzunlukta ferrule etkisi oluşturmanın, ferrule etkisi oluşturulmayan gruba göre daha fazla kırılma dayanımı gösterdiği bulunmuştur. Da Silva ve ark. (162), Libman ve ark. (155), Tan ve ark. (160), Pereira ve ark. (163), Hu ve ark. (164) ferrule etkisi varlığının döküm post ve kor bulunan dişlerde kırılma direncini artırdığını

göstermiştir. Prefabrik metal post kullanıldığında ferrule etkisinin kırılma direncini artırdığı ise Pereira ve ark. (165), Isidor ve ark. (157) ve Pereira ve ark. (163) tarafından gösterilmiştir. Ferrule etkisinin prefabrik fiber post kullanıldığı durumlardaki kırılma direnci üzerine olumlu etkisi ise de Da Silva ve ark. (162), Ma ve ark. (166), Lima ve ark. (167), Hu ve ark. (164) ve Ng ve ark. (168) tarafından rapor edilmiştir. Klinik kronu bulunmayan fazla hasar görmüş dişlerin restorasyonunda diğer bir önemli konu ise biyolojik genişliktir ve alveol tepesi ile kron kenarı arasındaki mesafedir (150). Biyolojik genişlik, birleşim epiteli ile alveolar kret üzerindeki kökün bağlayıcı dokusu arasındaki mesafedir (169). Periodontal bağlayıcı dokunun koronal ataçmanın sıkışmasını önlemek için, kron marjini ve alveol tepesi arasındaki uzaklığın en az 3 mm olması tavsiye edilmektedir (170). Bu yüzden eğer 1.5 mm'lik bir ferrule etkisi düşünülüyor ise en az 4.5mm'lik supraalveolar doku gerekmektedir (150). Böyle durumlarda eğer yeterli diş dokusu yok ise hekim cerrahi olarak kron yükseltme ya da ortodontik ekstrüzyon gibi seçenekleri düşünebilir (150, 154).

Birçok araştırmacı tarafından ferrule etkisi üzerinde sonlu eleman analiz çalışmaları da yapılmıştır (171-174) (Tablo4). Restore edilen dişlerde, koronoradiküler yapıya ve preparasyon dizaynına bakılmaksızın, en fazla stresin servikal bölgede olduğu ve basma kuvvetlerinin gerilme kuvvetlerinden daha fazla meydana geldiği gösterilmiştir (171). Ferrule varlığı ile stres seviyesi düşürüleceğine dikkat çekilmiştir (171, 172).

Tablo 4: Ferrule etkisi üzerine yapılan sonlu eleman analiz çalışmaları (FRC: Fiberle güçlendirilmiş kompozit; NiCr:Nikel kromiyum)

YAZAR YIL (KAYNAK)	TAKLİT EDİLEN MODEL	FERRULE VARLIĞI (kron ile)	POST VE RESTORASYON TİPİ	EN ÖNEMLİ BULGULAR
Pierrisnard ve ark. 2002 (171)	Taklit edilmiş kemikte tek köklü dişler	Ferrule yok 2mm ferrule	1. NiCr döküm post ve kor /NiCr kron 2. NiCr post/kompozit/NiCr kron 3. Karbon FRC/kompozit/NiCr kron 4. Post yok/ kompozit/NiCr kron	- Model tipine bakılmaksızın en yüksek stres servikal bölgede oluşmaktadır. - Post kullanımı servikal stresleri azaltmaktadır. - Ferrule etkisi olmadığı durumlarda stres seviyesi artmaktadır. - Ferrule etkisi kor materyalinin servikal stresini elimine etmektedir.
Ichim ve ark. 2006 (173)	Periodontal ligamenti taklit edilen maksiller santal keser dişler	Ferrule yok 0.5mm ferrule 1mm ferrule 1.5mm ferrule 2mm ferrule Kronlu veya kronsuz dişler	Metal döküm post ve kor/metal kron	- Artan ferrule yüksekliği ile kronun yerinden çıkma olasılığı azalmaktadır. - Ferrule restorasyonu yapılmadığında öncelikle yapışma kopmaktadır(debonding) daha sonrasında kök kırığı oluşmaktadır.
Eraslan ve ark. 2009 (172)	Periodontal ligamenti ve alveol kemiği taklit edilen maksiller santal keser dişler	Ferrule yok 1mm ferrule 2mm ferrule	1. Cam FRC/kompozit/seramik kron 2. Zirkonyum oksit seramik post/kompozit/seramik kron	-Ferrule varlığında tüm post sistemlerinde stres azalmaktadır. -Elastik modülü artan post materyali kullanıldıkça dentin stresleri artmaktadır.
Schmitter ve ark. 2010 (174)	Premolar dişler	1mm ferrule 2mm ferrule	1.Cam FRC:2mm ve 7mm uzunluk/kompozit/metal kron(rezin) 2.Cam FRC:2mm ve 7mm uzunluk/kompozit/metal kron(cam iyonomer)	-Ferrule varlığında postun uzunluğu kuvvetin dağıtılmasında küçük bir etkiye sahiptir.

Sonuç olarak, *in vitro* ve *in vivo* çalışmaların sonucuna göre ferrule varlığı endodontik olarak tedavi edilen dişlerin kırılma dirençleri üzerinde olumlu etki göstermektedir. Daha başarılı sonuçlar sağlıklı dentinin 1.5 mm-2mm kron marjiniinden koronale uzandığı durumlarda elde edilebilir. Fazla çürük, eski restorasyon, kırık gibi nedenlerle klinik durum 360° ferrule oluşturmaya izin vermiyor ise de 360° yi tamamlamayan bir ferrule etkisi oluşturmak, ferrule etkisi olmamasından daha iyi sonuçlar vermektedir (175).

Ferrule etkisi korun bir parçası olarak kullanımı kök kanal tedavili dişlerde dişin güçlendirmesine yardımcı olması için önerilir. Fonksiyonel streslere, açılı postlarda kama etkisine ve lateral kuvvetlere karşı diş korumaya yardımcı olur (154). Tüberkül ve pulpa tavanı gibi anatomik yapılardaki dentin kaybı, daimi restorasyonlardan sonra diş dokusunda kırıklara neden olabilir (176). Bu yüzden bu dişlerin kron içi güçlendirilmeleri kırıklara karşı önleyicidir (177). Ayrıca ferrule etkisi nedeniyle dişlerin tüberküllerini kapsayan ve ferrule etkisi oluşturulan restorasyonlar diş yapısını vertikal kuvvetlere karşı korur. Kalan diş dokusunu bir arada tutacağı ve bu sayede fonksiyon sırasında kök fraktürünün önlenebileceği düşünülmektedir (178). Dayanıklılık ile birlikte bir miktar tutuculuk sağlar (150, 154) ve klinik kullanım süresini artırır (159).

2.13. Diş Hekimliğinde Kullanılan Fiberler:

Endodontik tedavili dişler yıllarca döküm ve prefabrik metal postlar kullanılarak restore edilmiştir. Ancak bu geleneksel postların metalin yüksek elastiklik modülü, yetersiz retansiyon ve kök kırıkları oluşturmaları gibi önemli dezavantajları vardır (178, 179). Direkt post ve kor restorasyonların prefabrike fiberle güçlendirilmiş rezin postlarla kullanımı tercih edilebilir hale gelmektedir. Metal postlara göre düşük elastiklik modülü olan bu postlar dentine yakın rijiditesi sayesinde dentin-post ara yüzündeki stres konsantrasyonunu düşürür, kuvvetleri köke homojen olarak iletir ve kök kırıklarını azaltır (180).

Rezinin dentine adezyonunun termal, kimyasal ve mekanik stresler nedeniyle zamanla azaldığı *in vitro* (181) ve *in vivo* (182) olarak rapor edilmiştir. Bu yüzden rezinin dayanıklılığı bir şekilde artırılmalıdır. Fiberle güçlendirilmiş kompozitin adeziv rezinlerle birlikte kullanımı arayüzdeki bağlanma problemlerini çözerek ve vertikal kırıklı dişin kırık direncini artıracaktır (183).

Fiber postların iki karakteristik özelliği vardır. Bunlardan birincisi elastik modülünün dentin ile benzer olmasıdır. İkincisi ise post ve korun adeziv teknikler ile yapıştırılabilmesidir

(184). Fiber postların elastiklik modülü dentine daha yakındır. Fiber postun elastiklik modülü=20 GPa, dentinin elastiklik modülü=18 GPa, döküm ve prefabrike metal postların elastiklik modülü=200 GPa ve seramik postun elastiklik modülü=150 GPa'dır. Bu yüzden absorpsiyona izin verir ve stresleri kalan kök yüzeyine düzgün dağıtır (185, 186). Fiber post ve kompozit rezin kor materyali ile güçlendirilen dişler elastik modüllerinin dentine olan yakınlığı nedeniyle döküm postlardan daha fazla kırık direnci göstermiştir (187-189).

Fiber postlar, adeziv rezinle birlikte dentin yapısına bağlanma sağladığı için kalan diş yapısını güçlendirir. Yapının tek parça (monoblok) haline gelmesini sağlayarak kuvvetleri eşit bir şekilde dağıtır ve postun retansiyon alanını artırarak stresleri azaltır (190, 191).

Fiber postlar, epoksi rezin polimer matriksi tarafından sarılan karbon, silika, kuartz ya da cam fiberlerden yapılmışlardır. Bu postlar, Bis-GMA esaslı yapıştırıcı ajanlar ile kimyasal olarak uyumludur ve adeziv simantasyon tekniği ile simante edilebilmektedirler (192, 193). Fiberler 7-10 mm çaptadır ve ağ, örgülü ya da tek yönlü şekillerde bulunurlar. Metal içermedikleri için metal alerjisine ya da oksitlenmeye neden olmazlar ve estetikler. Radyografda genellikle radyolusent görüntü verirler. Fiziksel dayanıklılığı döküm metal post-korlarından çok daha düşüktür (194, 195). Düşük esneme dayanımı ile kök fraktürü riskini azaltabilirler (195). Fiberle güçlendirilmiş postlarla yapılan restorasyonlarda başarısızlık oluştuğunda, fraktür tiplerinin daha uygun ve dişlerin daha kolay restore edilebilir olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (194, 196, 197).

Fiberle güçlendirilmiş restorasyonların rijitliği ve dayanıklılığı, fiberle güçlendirilen kompozitlerin polimer matriksine ve kullanılan fiberin tipine göre değişiklik göstermektedir (198). Fiberlerin güçlendirme kapasitesi ise fiberlerin oryantasyonuna, polimer matrikse adezyonuna ve rezin matrikse emdirilmesine göre değişiklik gösterebilir (198). Fiber materyaller üretimleri sırasında kullanılan yapıştırma ajanının matriks tipi, silan tabakası ve fiberlerin dağılım yönleri nedeniyle farklı eğilme dayanımına sahip olabilirler (199).

Postun kırılma kuvvetini etkileyecek en önemli kimyasal faktör, fiberler ile rezin matriksi arasındaki yapışmayı sağlayan yapıdır. Postun mekanik karakteristiği ve kompozit rezinin performansı, inorganik doldurucu ile organik matriks arasındaki bağlanmanın artırılmasıyla geliştirilmiştir (199). Kullanılan rezin matriksin tipi ve farklı fabrikasyon prosedürleri ile; fiber materyalleri ve rezin matriks arasındaki kimyasal bağlanmanın artırılmasına yönelik çalışılmaktadır. Ancak daha ileriki bilgiler endüstriyel olarak firmalar tarafından gizlenmektedir (200).

Fiberle güçlendirilmiş postlar ile kompozit rezin kor yapısı arasındaki yapışma, post yüzeyinin silanizasyonu ile önemli derecede artırılabilir. Silan bağlantılı ajanlar diş hekimliğinde camla güçlendirilen ve rezinle güçlendirilen materyallerin geliştirilmesiyle birlikte kullanılmaya başlamıştır. Fiberle güçlendirilmiş postların teknolojisinde cam veya kuvars fiberler silanla kaplanırlar. Bu sayede fiber rezin matriks arayüzeyinde adezyonları artar, kullanım sırasındaki hasarlara karşı korur, katalitik ve ıslanabilirlik özelliklerini modifiye eder ve fiber matriksin özellikle suya karşı olan kimyasal direncini artırır (201, 202).

Diş hekimliğinde kullanılan fiberler; cam, kuvars, karbon/grafit, polietilen, aramid fiberlerdir ve piyasada farklı isimlerle bulunmaktadır. En sık kullanılan fiber tipleri ise, üstün estetik ve mekanik özelliklerinden dolayı cam ve polietilen fiberlerdir.

Pulpası olmayan dişlerde diş yapısının çürük, kırık, kötü restorasyon ve endodontik işlemler gibi nedenlerden dolayı kaybı sonucu restorasyonu zorlu bir süreçtir. Karbon fiberle güçlendirilmiş epoksi rezin 1990'ların başlarında üretilmiştir (203). Estetik post ve korlar üzerine artan istek üzerine metal olmayan sistemler özellikle zirkonyum ve fiber postlar gelişme göstermiştir. Bu yeni postlar optik özelliklerin geliştirilmesi ve estetik restorasyonların yapılabilmesi için geliştirilmiştir. Mevcut fiber postlar tek yönlü fiberlerin rezin matrikse gömülmesinden meydana gelmektedir. Doldurucusu ise basınç altında fiberler arasına enjekte edilmektedir. Epoksi rezin içerisindeki ortak serbest radikaller aracılığı ile BIS-GMA'ya bağlanmaktadır (204).

Fiber postlar; zirkonyum veya metal içerikli postlara göre radiküler dentine yüksek bağlanma dayanımı nedeniyle daha popüler hale gelmektedir (205, 206). Ayrıca *in vitro* çalışmaların sonuçlarına göre paslanmaz çelik postlara kıyasla daha az vertikal kırıklara neden olmaktadır (207). Bir sonlu elemanlar analizinde göre de cam fiber postlar kök içerisinde sertliğinin dentin ile benzer olmasından dolayı en az strese neden olmaktadır. Bu çalışmada metal postların kökte yüksek stres oluşturdukları ve vertikal kök kırığı insidansını yükseltebileceği söylenmiştir (208).

2.13.1. Cam ve Kuvars Fiberler:

Cam fiberle güçlendirilmiş polimerler diş hekimliğinde birçok amaçla kullanılmaktadır. Çalışmalarda farklı tipteki fiberler arasında dental kullanıma en uygun olanının, translusent özelliği, estetik oluşu ve dentine bağlanma kapasitesi nedeniyle cam ve kuvars fiberler olduğunu gösterilmiştir (209). Cam fiber ve kuvars, biyomekanik olarak, diş

ve çene kemiğine benzerlik göstermektedir. Termal genleşme katsayısı, kompozit rezinlere yakındır. Cam ve kuvars fiberler renksizliği ve doku uyumu gibi avantajları sayesinde diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır (210, 211). Diş hekimliğinde kullanılan cam fiberlerin kompozisyonları birbirinden farklılık göstermektedir. Cam fiberlerin farklı tipleri vardır. A-cam, %25 oranında soda ve kireç içerir. Kimyasal maddelere direnç gösterir. Düşük elektriksel özelliğe sahiptir. C-cam ise yüksek kimyasal dirence sahip bir kimyasal cam çeşitidir. S-cam amorf yapıdadır. Yüksek dayanıklı bir camdır. E-cam fiberden daha sert bir materyaldir. D-camın elektriksel özellikleri yüksektir. Ancak mekanik olarak E-cam ve S-cam kadar iyi değillerdir. E-cam elektriksel olarak yalıtkan bir yapıdadır (212). Güçlendirilmede kullanılan kompozitler genellikle alkalisiz camdan oluşur ve elektriksel cam yani, e-cam olarak bilinirler. E cam fiber temel yapısında %55 SiO₂, %22 CaO, % 15 Al₂O₃, %6 B₂O₃ ve az oranda metal oksitler bulundurur (213).

Cam fiber postlar silindirik, konik silindir veya konik gibi farklı tiplerde olabilirler (214). Cam fiberlerin matris içerisindeki bileşimi postun güçlü olmasında önemli rol oynar. Newman ve arkadaşlarının (2003) yaptığı, cam fiberler açısından farklı ağırlık yüzdesine sahip olan fiber postların karşılaştırıldığı çalışmada, yüksek fiber içeriğine sahip postların daha yüksek kırılma dayanımı gösterdiği rapor edilmiştir (194).

Kuvars, kristalize formda saf silika yapısındadır. Termal genleşme katsayısı düşüktür. 8 µm çapında kuvars fiber lifleri içerir. Epoksi rezin matrisine gömülmüştür. Düşük elastiklik modülüne sahiptir. Baryum içerdiği için radyografide izlenebilir (215).

Piyasada bulunan cam ve kuvars fiberlere örnekler şunlardır: Targis/Vectris (Cam fiber, Ivoclar Vivadent Inc., Schaan, Lihtenştayn), EverStick (Cam fiber, Stick Tech Ltd., Turku, Finlandiya), BR-100 (Cam fiber, Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya), FibreKor post (Cam fiber, Pentron Laboratory Technologies LLC, Wallingford, ABD), Reforpost glass fiber (Cam fiber, Angelus, Londrina, Parana, Brezilya), Rely X fiber post (Cam fiber, 3M Espe, St. Paul, Mn, ABD); Aestheti-post (Karbon/Kuvars fiber, Bisco Inc, Schamburg, IL, ABD), DT Light post (Karbon/Kuvars fiber, Bisco Inc, Schamburg, IL, ABD), Unicore post (Kuvars fiber, Ultradent Products Inc, ABD) (212).

2.13.2. Karbon/Grafit Fiberler:

1990 yılında, ilk defa metal olmayan karbon fiber ile güçlendirilmiş post tanıtılmış ve endodontik tedavili dişlerin restorasyonu için sert materyaller yerine, mekanik özellikleri dentine yakın olan materyaller (fiber postlar ve kompozit rezinler) tercih edilmeye başlanmıştır (216). Karbon fiberler poliakrilonitratin, oksijen içeren atmosferde 200-250°C'de ve daha sonra 1200°C'de ısıtılarak yapısının stabilize edilmesi ile oluşturulmaktadır. Bu işlemde; hidrojen, nitrojen ve oksijen uzaklaştırılarak, karbon atom zinciri ve böylece karbon fiberler meydana gelmektedir (217). Farkı doğrultudaki yüklere farklı fiziksel karşılık verirler. Diğer bir deyişle izotropik davranış gösterir. Bu özellik materyali kırılmalara karşı daha dirençli hale getirir. Klinik uygulaması kolay bir materyaldir ayrıca tedavinin yenilenmesi gereken durumlarda kök kanalından kolayca uzaklaştırılabilirler. Oklüzal yükleri dentine az iletirler. Sertliği su ile temasta önemli derecede azalır (215).

Koyu renginden dolayı estetiklerinin kötü olması, karbonun potansiyel toksisitesi, fiberin işlenmesinin zor olması ve rezin içine fiberin tam olarak adapte edilememesi gibi nedenlerle yerini diğer fiber sistemlerine bırakmıştır (211) .

Piyasada bulunun karbon fiberlere örnekler şunlardır. Reforpost carbon fiber (Angelus, Londrina, Parana, Brezilya), Composipost (RTD, St. Egreve, Fransa), C-Post (Bisco Inc, Schamburg, IL, ABD) (212).

2.13.3. Polietilen Fiberler:

Polietilen fiberler; şekillendirilebilir, düşük yoğunlukta ve biyouyumlu materyallerdir. Tek yönlü veya örgü şeklinde kullanılabilirler. Kırılgan cam fiberler ile karşılaştırıldıklarında, daha yüksek gerilme dayanımına sahiptirler ve daha zor şekillendirilebilirler. Cam fibere göre daha düşük yüzey enerjisine sahiptirler (218). Düşük sürtünme katsayısına sahiptirler, aşınmaya karşı dirençlidirler. Post ve kor yapımında, splintlemede, overdenture protezlerin güçlendirilmesi gibi alanlarda kullanılırlar. Rengi diş dokularına benzerdir, yüksek yorgunluk direncine sahiptir. Resin ile bağlantısı zayıftır çünkü polar grupları yoktur. Düşük yüzey enerjisine sahiptir. Yüzey enerjisini artırmak için oksijen plazma uygulanır ve kimyasal adezyonu artırılır (215).

Polietilenin molekül ağırlığı 1×10^6 'dan fazla olduğu zaman, çok yüksek molekül ağırlığında bulunan polietilen (ultra high molecular weight polyethylene) olarak adlandırılmaktadır. Erime ısısının altında, aksiyel yönde artmış modülüse sahip materyal

üretmek için kullanılan doğal kristal polimeridir. Yüksek kırılma direnci ve darbe dayanımına sahiptir (219).

Belli ve ark. (220), polietilen fiberin endodontik tedavili ve lingual tüberkülü kırık dişlerin restorasyonunda kırık direncini artırıcı yönde etkilerini göstermişlerdir .

Polietilen fiberin doğal rengi, düşük yoğunluğu ve biouyumluluğu, çözünmeye dirençli oluşu nedeniyle estetiği güçlendirici materyal olarak tercih edilmelerini sağlamıştır (221) .

Piyasada, Ribbond (Polietilen fiber, Ribbond, Seattle, ABD), Connect (Polietilen fiber, KerrLab, Orange, CA, ABD), gibi polietilen fiber materyaller bulunmaktadır.

2.13.4. Aramid Fiberler:

Cam fiberden 2 kat, naylondan 20 kat fazla elastiklik modülüne, naylondan iki kat fazla gerilim dayanımına sahiptir. Bu özellikler, materyalleri zayıflatan, defektlerin ve çatlakların oluşumunu engelleyen liflerden gelmektedir (211, 217).

Estetik özellikleri sınırlıdır. Doyurulma gerektiren bir türdür. Tek yönlü yapıdadır. Poliamid fiberin, karbon fibere göre ıslanabilirliği fazladır ve herhangi bir ajanla muamele edilmesi gerekmemektedir. Sarı rengi, estetik bölgelerdeki kullanımını sınırlamaktadır. Fiberlerin yüzeye çıktığı durumlarda, pürüzlü bir yüzey oluşturur, parlatılması zorlaşır ve hastayı rahatsız edebilir. Çalışmalar, aramid fiberlerin toksik olmadığını ve PMMA (polimetilmetakrilat) içinde kullanıldığında, PMMA'ın dayanıklılığını artırdığını göstermişlerdir (222, 223).

Fiber postların klinikte kullanımıyla birlikte restore edilen dişlerin uzun dönem başarıları da artmıştır. Aşağıdaki tabloda fiber postla yapılan bazı klinik çalışmalarda sunulan başarı oranları görülmektedir (224-241) .

Piyasada bulunan aramid fibere örnek olarak Fibreflex (Biocomp, ABD) verilebilir (242).

Tablo 5: Fiber postlarla ilgili klinik çalışmalar ve başarı oranları

Yazar,Yılı (Kaynak)	Çalışma Şekli	Kullanılan Post Tipi	Diş Sayısı	Takip Süresi	Başarı Oranı %
Fredriksson ve ark. 1998 (225)	Retrospektif	Composipost	236 diş	2-3 yıl	98
Glazer, 2000 (226)	Prospektif	Composipost	59 diş	7-45. ay	89.6
Mannocci ve ark. 2002 (232)	Prospektif	Composipost + tam metal kaplama Composipost + direkt komposite restorasyon	117 diş	1, 2, ve 3 yıl	Composiposts + tam metal kaplama: 1 yıl—100 2 yıl—94.7 3 yıl—100 Composiposts + direkt kompozit restorasyon: 1 yıl—100 2 yıl—93.8 3 yıl—98
Hedlund ve ark. 2003 (233)	Retrospektif	Composipost, Endopost	65 diş	2, 3 yıl	97
Monticelli ve ark. 2003 (234)	Prospektif	Aestheti Plus post, DT Light post FRC Postec post	225 diş	2 yıl	93.8
Malferrari ve ark. 2003 (235)	Prospektif	Aestheti-Plus post	180 diş	30 ay	98.3
Naumann ve ark, 2005 (236)	Prospektif	FibreKor posts	105 diş	12- 24 ay	12ay: 96.2 24 ay: 88.6
Grandini ve ark. 2005 (227)	Prospektif	DT Light post + direkt rezin kompozit	100 diş	6, 12, 24, ve 30 ay	100
Schmitter ve ark. 2007 (237)	Prospektif	ER-dentin post	50 diş	1 yıl	93.5
Cagidiaco ve ark. 2007 (224)	Prospektif	DT Light post	162 diş	23-25 ay	Post debonding: +.3% 4.3% Endodontik başarısızlık: 3%
Naumann ve ark. 2007 (238)	Prospektif	Luscent Anchors FibreKor	149 diş	2-3 yıl	93,3
Piovesan ve ark. 2007 (239)	Prospektif	Ribbond	109 diş	97 ay	95
Mehta& Millar, 2008 (240)	Prospektif	Fiber Parapost Calibra veya Panavia ile simante edilmiş	129 diş	38-54 ay	Calibra: 64.1 Panavia: 79.5
Signore ve ark. 2009 (230)	Retrospektif	FibreKor fiber post	538 diş	5.3 yıl	98.5
Naumann ve ark. 2012 (241)	Prospektif	Luscent Anchors FibreKor	149 diş	120 ay	63
Sterzenbach, 2012 (231)	Prospektif	Fiberpoint Root Pins Glass	45 diş	84 ay	90.2

Tablo 6: Fiber ağlar ile yapılan *in-vitro* çalışmalar ve sonuçları

Araştırmacı,Yıl (Kaynak)	Çalışmanın Amacı	Kullanılan Yöntem	Sonuçlar
Şengün ve ark. 2008 (243)	Endodontik Tedavi Görmüş ve MOD kavite açılmış alt premolar dişlerde fiber ağ kullanımının kırılma direnci üzerine etkisi	Bukkal ve lingual tüberküllere fiber ağın yerleşeceği boşluklar hazırlanmış ve tüberküller fiber ağlar ile birbirine bağlanmıştır	1.Normal kompozit restorasyon ile fiber ağ kullanılan örnekler arasında kırılma direnci açısından anlamlı bir farklılık yok 2.Fiber ağ kullanılan örneklerde daha restore edilebilir kırıklar elde edilmiş
Oskoe ve ark.2009 (244)	Farklı fiber yerleştirme tekniklerinin endodontik tedavi görmüş üst premolar dişlerin kırılma direncine etkisi	1.Grupta fiber ağ kavite tabanına yerleştirilmiş 2.Grupta restorasyonun orta kısmına yerleştirilmiş 3.Grupta tüberküller fiber ağ ile splinlenerek kompozit restorasyon yapılmış 4.Grupta sadece kompozit restorasyon yapılmış	Tüberküllerin fiber ağ ile splintlendiği gruplarda kırılma direnci istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek
Rodrigues ve ark. 2010 (245)	Fiber ağ kullanımının endodontik tedavi görmüş büyük azı dişlerinin kırılma direnci üzerine etkisi	Fiber ağlar kavite tabanına yerleştirilmiş	Fiber ağ kullanılan grupta, sadece kompozit ile restore edilen gruba göre kırılma direnci istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek
Akman ve ark. 2011 (246)	Farklı konumda fiber ağ kullanımının endodontik tedavi görmüş ve MOD kaviteye sahip alt büyük azı dişlerin kırılma direnci üzerine etkisi	1.Grup sadece kompozit restorasyon 2.Grup kavite tabanına fiber yerleştirilmesi 3.Grup oklüzal fiber ağ kullanımı	En yüksek kırılma direnci oklüzal fiber ağ uygulanan grupta elde edilmiş Kavite tabanına fiber ağ kullanılan grubun kırılma direnci sadece kompozit kullanılan örneklerden daha fazla

Sonuç olarak; endodontik tedavi sonrası yapılacak restorasyonda diş dokularına bağlanabilen materyaller kullanıldığında ideal stres dağılımı sağlandığı ortaya konmuştur. Ayrıca kullanılacak materyalin elastikiyet modülünün diş dokularına yakın olması da kalan diş dokularında çiğneme kuvvetlerine bağlı oluşacak stres miktarını azalatacağı bildirilmiştir. Bu bilgiler ışığında ve mevcut çalışmalar değerlendirildiğinde, endodontik tedavi görmüş dişlerin konservatif restorasyonunda fiber materyalleri kullanımı tavsiye edilmektedir (247).

2.14. 4-META/MMA-TBB (tri-n-butil boran ile başlatılan metil metakrilat içerisinde 4-metakriloksietil trimellitat anhidrit) Bazlı Resin Siman:

Kimyasal olarak “tri-n-bütillboran (TBB)” ile başlatılan adeziv rezin, diş yapıları ve restoratif materyallerin yapıştırılmasında kullanılmıştır. TBB bazlı rezin sistemlerdeki esas problem inorganik doldurucusunun olmaması nedeniyle oluşan zayıf dayanıklılıktır (248, 249). Pre-polimerize organik dolduruculu TBB rezin (Bondfill SB, Sun Medical Co., Ltd., Moriyama, Japonya) restoratif diş hekimliği için geliştirilmiştir. Bu modifiye rezin, doldurucusuz TBB-bazlı rezinler ile kıyaslandığında daha iyi örtücülük göstermiştir (250).

Super-Bond C&B, MMA bazlı iki aşamalı dental adeziv rezin sementir. Yüksek performanslı bağlanma monomerleri, ”4-META”, ve katalist içerir,”TBB”. Mine ve dentin yapısına, metale, porselene ve dental rezinlere yüksek bağlanma dayanımı gösterir.

4-META/MMA-TBB sistemi diş yapıları arasında adezyonu sağlayan bir sistemdir (251). Futoshi ve ark. (252) Superbond C&B, Panavia F ve Rely X Unicem yapıştırma ajanlarının bağlanma dayanımlarını kıyaslamışlar ve bağlanma dayanımlarını sırasıyla 2726 N, 2520 N, 2036 N olarak bulmuşlardır. Ayrıca Eldeniz ve ark. (253), Superbond C&B, Chemiace II, Xeno-Cem Plus ve Panavia 21 TC rezin simanlarının mikrogerilim (microtensile) bağlanma dayanımlarını, kökün servikal, orta ve apikal üçlüsünde kıyaslamış, ortalama değer olarak Superbond C&B’yi 22,64 (MPa) ile en yüksek, diğer simanları ise sırasıyla 18,1 - 5,9 ve 13,1 (MPa) olarak bulmuştur. Yang, ve ark (254) Superbond C&B ve Panavia F rezin simanlarının mikrogerilim bağlanma dayanımlarını test ettiği bir çalışmada ise, 90 gün boyunca 37° suda bekletilen örneklerde, Superbond C&B’nin bağlanma dayanımlarını yüzeyel dentin, derin dentin ve servikal dentinde sırasıyla 25,8; 16,6; 19,8 MPa olarak, Panavia F’in bağlanma dayanımlarını ise sırasıyla 25,8; 7,3; 9,1 MPa olarak rapor etmişlerdir. Superbond C&B’nin bağlanma dayanımını istatistikel olarak anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır.

4-META/MMA-TBB rezin ıslak ortamda yüksek polimerize olabilen ve daha sonrasında da biyouyumlu olarak kalabilen bir materyal olarak bilinir (251). Histolojik bir çalışmada, bu rezinin diğer retrograt materyaller ile kıyaslandığında (örneğin amalgam, ışıkla sertleşen cam iyonomer veya öjenol siman) histolojik cevap açısından uygun olduğu gösterilmiştir (255).

4-META/MMA-TBB rezin ortodontik ve protetik diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan bir materyaldir. *In-vitro* ve *in-vivo* alışmalarda belirgin olarak iyi adeziv özellikler göstermiştir (256-258). Diğer avantajları ise dşuk sitotoksitesi, ıslak ortamda bile gösterdiği yüksek polimerizasyon özelliği ve sertleştikten sonra gösterdiği yüksek biyoyumluluktur (259, 260). Biyoyumluluk ve örtücülük özelliği uygulamadan 5 saniye sonra kan ile kontaminasyondan etkilenmemektedir (260). Bu yüzden periodontal dokular için uyumludur. Sağlam dentine yapışma dayanıklılığı 15-18 MPa olarak bulunmuştur (261). Sadece sağlam dentine değil rkten etkilenen dentine de yüksek bağlanma dayanımı gösterir (262). Apikal rezeksiyon veya planlı replantasyonda retrograd dolgu materyali (263, 264) ve direkt pulpa kaplama materyali olarak (265), vertikal kırıklı köklerde fragmanları yapıştırmada (101, 266, 267) kullanılmaktadır. Klinik çalışmalarda da 4-META/MMA-TBB rezinin vertikal kırıklı dişlerde örtücülük sağladığı ve tekrar kırık oluşmasını önlediğini göstermiştir (7, 101, 266, 267). Apikal rezeksiyon ve planlı replantasyonda kullanıldığı olgularda 6 aylık takiplerinde iyi prognoz göstermişlerdir (263, 264).

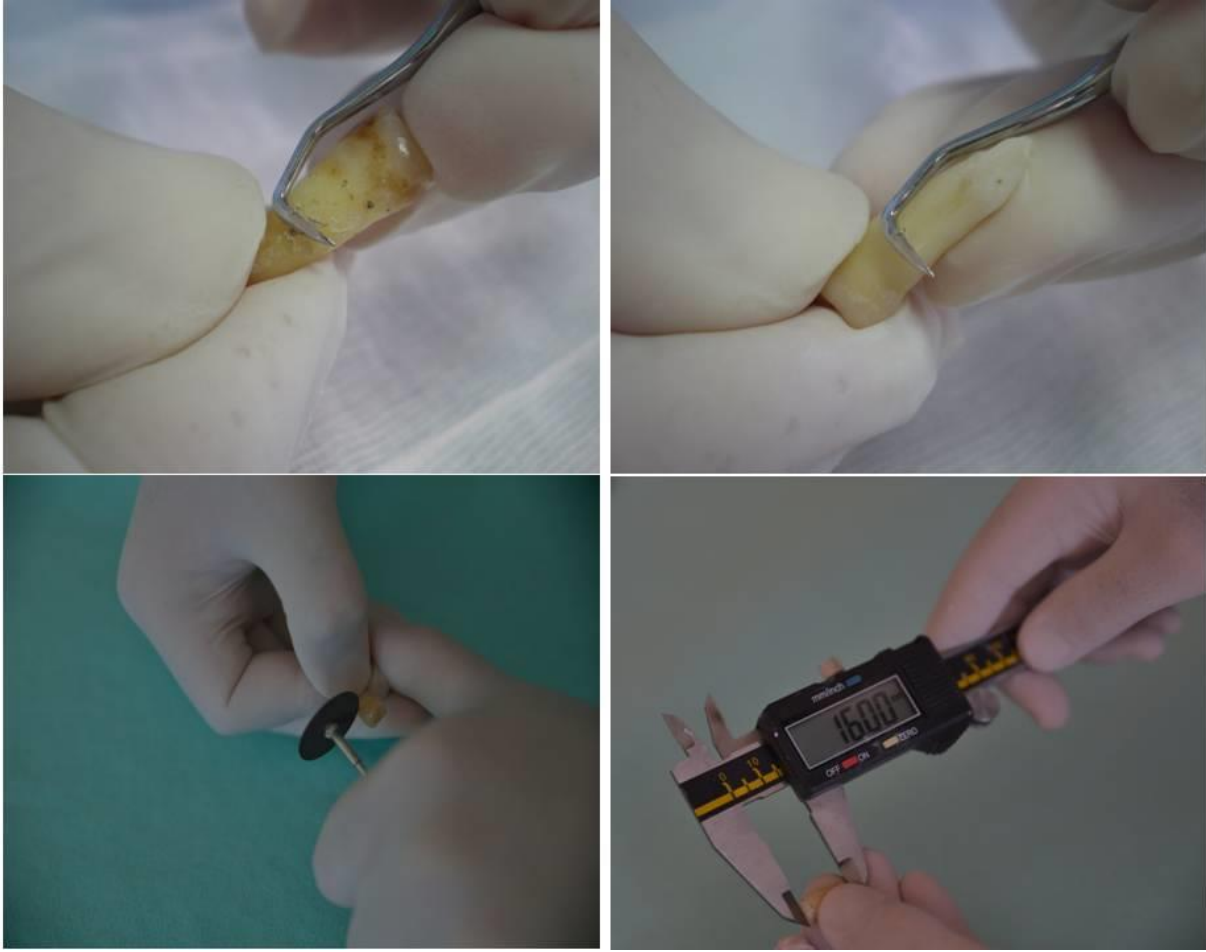
3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *ex-vivo* çalışma; Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Çalışma Projeleri Danışma ve Koordinasyon Kurulu'nun 26.02.2014 72867572/050/893 tarih/sayılı kararı ile etik kurul izni alınmıştır.

3.1. Çalışmada Kullanılacak Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması:

Çekilmiş insan dişlerinde deney ve kontrol gruplarının hazırlanması için; Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Kliniği'nde ortodontik nedenlerle çekilmiş, benzer boyutlarda 250 adet mandibular premolar diş toplandı. Çalışmada kullanılacak dişler seçilirken; dişlerin çürüksüz olmasına, restorasyon içermemesine ve herhangi bir kırık veya çatlak hattına sahip olmamasına dikkat edildi. Bu dişlerden alınan radyografiler ile 10 derecenin üzerinde eğimli kanallar, internal veya eksternal rezorbsiyon olan kanallar ve kalsifiye kanallar çalışma dışı bırakıldı. Seçilen dişler kullanılmaya kadar distile su içerisinde 4°C'de bekletildi. Kullanılmadan hemen önce dişler ultrasonik uçlarla ve kretuar yardımıyla diş taşı ve diğer artıklardan temizlendi (Resim 1a,b).

Resim 1 : a) Diştaşı ve diğer artıkların kretuvar yardımıyla temizlenmesi b) Dişin, diş taşı ve diğer artıklardan temizlenmiş hali c) Deney gruplarında kronun separe ile uzaklaştırılması d) 16 mm uzunluğunda standart kök elde edilmesi

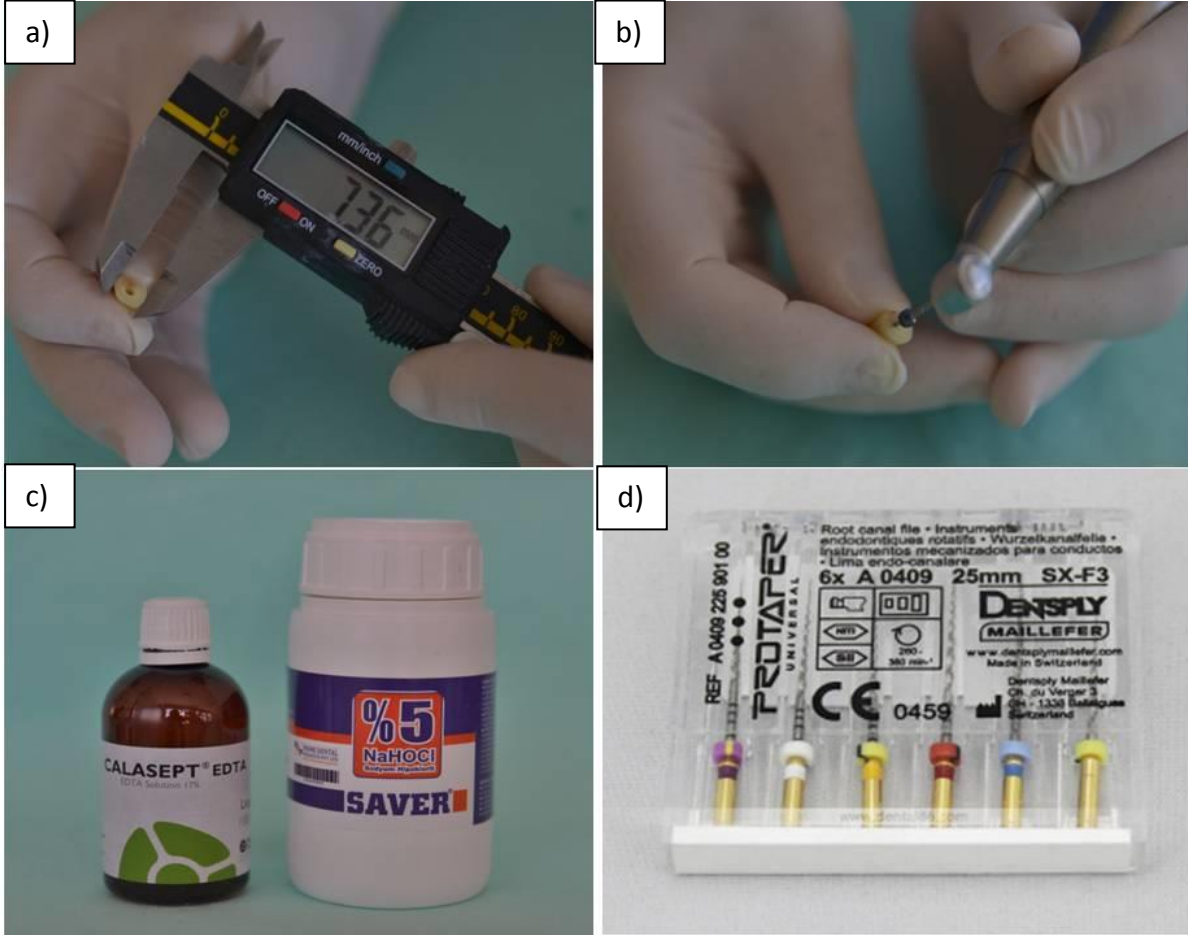


Çalışmada kullanılacak dişlerin bukkolingual ve meziyodistal uzunlukları mine-sement sınırı seviyesinde dijital kumpas yardımıyla ölçüldü ve değerler not edildi. Deney grupları için, dişlerin kronları boyu apeksten 16 mm kök uzunluğu olacak şekilde karbon separe yardımıyla uzaklaştırıldı (Resim 1c,d). Kontrol grupları için kullanılacak dişlerin kronları korundu.

Pozitif kontrol grubunda ve deney gruplarında kullanılacak kök kanal uzunlukları 10 no'lu K eğesi ile ölçüldü. Eğenin ucu, apikal foramenin çıkışı gözlenerek belirlendi. Çalışma boyu ise bu boydan 1mm kısa olacak şekilde belirlendi. Daha sonra dişlerin kök kanallarının şekillendirilmesi, Protaper Universal döner sistem eğeleri (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile belirlendi. Dişin apikal boyutu F5 olarak belirlendi. 2 ml %2.5'lük NaOCl her ege değişiminden önce irrigasyon için kullanıldı. Smear tabakasının uzaklaştırılması ve son

yıkama için dişler 5ml %17'lik EDTA solüsyonu ile 1 dakika ve devamında 3 ml serum fizyolojik ile irriga edildi (120) (Resim 2).

Resim 2 : a) Dişlerin meziyo-distal ve bukkol lingual olarak uzunluklarının ölçülmesi b) Dişlerin döner alet sistemleri ile genişletilmesi c) Kemomekanik genişletmede kullanılan irrigasyon solüsyonları d) Kemomekanik genişletmede kullanılan döner alet sistemi



Deney gruplarında vertikal kök kırıkları, Wenzel ve ark.'nın (268) standart vertikal kök kırıkları oluşturmak için tarif ettiği şekilde; açılı bir çivin kök kanalı merkezine dik olarak yerleştirilmesi sonrası, bir çekiç yardımı ile mekanik kuvvet uygulanması ile elde edildi (Resim 3 a,b). Uygulanan kuvvet sonucunda iki eşit parçaya ayrılan kökler, deney gruplarında kullanılmak üzere seçildi. Uygun şekilde kırılmayan ve çok parçalı kırık oluşan kökler (170 adet) ise çalışma dışı bırakıldı.

3.2. Deney ve Kontrol Gruplarının Belirlenmesi:

Deney ve kontrol grupları için toplam 80 adet diş aşağıda belirtilen şekilde gruplandı.

Tablo 7: Deney ve kontrol gruplarının sınıflandırılması

Grup 1 (n=10)	Negatif kontrol grubu
Grup 2 (n=10)	Pozitif kontrol grubu
Grup 3 (n=10)	Superbond C&B
Grup 4 (n=10)	Superbond C&B ve D.T. Light-Post
Grup 5 (n=10)	Superbond C&B ve Tescera Fiber Lifleri
Grup 6 (n=10)	Superbond C&B, D.T. Light-Post ve 1mm ferrule
Grup 7 (n=10)	Superbond C&B, Tescera Fiber Lifleri 1 mm ferrule
Grup 8 (n=10)	Superbond C&B, Tescera Fiber Lifleri 2 mm ferrule

Grup 1- Negatif Kontrol Grubu: Kronları korunmuş örnekler (sağlam dişler) üzerinde hiçbir genişletme veya doldurma işlemi yapılmadı (n=10).

Grup 2- Pozitif Kontrol Grubu: Kronları korunmuş dişlerde standart giriş kavimleri açıldı. Dişleryukarıda tarif edildiği gibi şekillendirildi, AH Plus (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Almanya) kanal patı ve gütü perka (Dentsply Maillefer, İsviçre) ile dolduruldu. Giriş kavimleri kompozit rezin materyal (G-aenial, GC Corporation, Tokyo, Japonya) ile restore edildi (n=10).

Grup 3 – Superbond C&B: Vertikal olarak kırık oluşturulup, iki eşit parçaya ayrılan köklerin fragmanları sadece Superbond C&B (C&B, Sun Medical, Tokyo, Japonya) ile yapıştırıldı (Resim 3c,d). Daha sonra ise kompozit rezin materyal ile 4x3x3mm boyutlarında kor oluşturuldu (n=10).

Grup 4 - Superbond C&B ve D.T. Light-Post: Vertikal olarak kırık oluşturulup, iki eşit parçaya ayrılan köklerin fragmanları, Superbond C&B ile ve kırık fragmanların arasına rijit fiber post olan D.T. Light-Post (Bisco Dental Products, Schaumburg, IL, ABD) yerleştirilerek yapıştırıldı. Daha sonra ise kompozit rezin materyal ile 4x3x3 mm boyutlarında kor oluşturuldu (n=10).

Grup 5: Superbond C&B ve Tescera fiber lifleri: Vertikal olarak kırık oluşturulup, iki eşit parçaya ayrılan köklerin fragmanları, Superbond C&B ile ve kırık fragmanların arasına şekillendirilebilir fiber post olan Tescera fiber lifleri (Bisco Dental Products, Schaumburg, IL, ABD) yerleştirilerek polimerize edildi (40 sn, 500mW/cm²). Daha sonra kompozit rezin materyal ile 4x3x3 mm boyutlarında kor oluşturuldu (n=10).

Grup 6: Superbond C&B, D.T. Light-Post ve 1 mm ferrule etkisi: Vertikal olarak kırık oluşturulup, iki eşit parçaya ayrılan köklerin fragmanları, Superbond C&B ve kırık fragmanların arasına rijit fiber post olan D.T. Light-Post yerleştirilerek yapıştırıldı. Daha sonra kökün servikal bölgesi çevresinde, frez ile 1 mm genişliğinde ve 1 mm derinliğinde standart frez ile oluklar açıldı. Dual sertleşen kompozit (Tesceraflo, Bisco Dental Products, Schaumburg, IL, ABD) açılan oluğa yerleştirildi ve fiber lif demetleri dişi tamamen saracak şekilde polimerize edildi (40 sn, 500mW/cm²). Bu işlem ile dişin çevresinde şekillendirilebilir fiber post sistemleri ile 1 mm genişliğinde ferrule etkisi oluşturuldu. Daha sonra ise kompozit rezin materyal ile 4x3x3mm boyutlarında kor yapısı tamamlandı (n=10).

Grup 7: Superbond C&B, Tescera fiber lifleri ve 1 mm ferrule etkisi: Vertikal olarak kırık oluşturulup, iki eşit parçaya ayrılan köklerin fragmanları, Superbond C&B ile ve kırık fragmanların arasına şekillendirilebilir fiber post olan Tescera fiber lifleri yerleştirilerek polimerize edildi. Daha sonra kökün servikal bölgesi çevresinde, frez ile 1 mm genişliğinde ve 1 mm derinliğinde standart frez ile oluklar açıldı. Dual sertleşen kompozit (Tesceraflo, Bisco Dental Products, Schaumburg, IL, ABD) açılan oluğa yerleştirildi ve fiber lif demetleri dişi tamamen saracak şekilde polimerize edildi. Bu işlem ile dişin çevresinde şekillendirilebilir fiber post sistemleri ile 1 mm genişliğinde ferrule etkisi oluşturuldu (Resim 4a,b,c,d). Daha sonra ise kompozit rezin materyal ile 4x3x3mm boyutlarında kor yapısı tamamlandı (n=10) (Resim 5a,b).

Grup 8: Superbond C&B, Tescera fiber lifleri ve 2 mm ferrule etkisi: Vertikal olarak kırık oluşturulup, iki eşit parçaya ayrılan köklerin fragmanları, Superbond C&B ile ve kırık fragmanların arasına şekillendirilebilir fiber post olan Tescera fiber lifleri yerleştirilerek yapıştırıldı. Daha sonra kökün servikal bölgesi çevresinde, frez ile 2 mm genişliğinde ve 1 mm derinliğinde standart frez ile oluklar açıldı. Dual sertleşen kompozit (Tesceraflo, Bisco Dental Products, Schaumburg, IL, ABD) açılan oluğa yerleştirildi ve fiber lif demetleri dişi tamamen saracak şekilde polimerize edildi. Bu işlem ile dişin çevresinde şekillendirilebilir fiber post sistemleri ile 2 mm genişliğinde ferrule etkisi oluşturuldu. Daha sonra kompozit rezin materyal ile 4x3x3mm boyutlarında kor yapısı tamamlandı (n=10).

Deney grupları şekil 7’de toplu olarak gösterilmiştir.

Tablo 8: Deney Gruplarında Kullanılan Rezin ve Fiber Materyaller

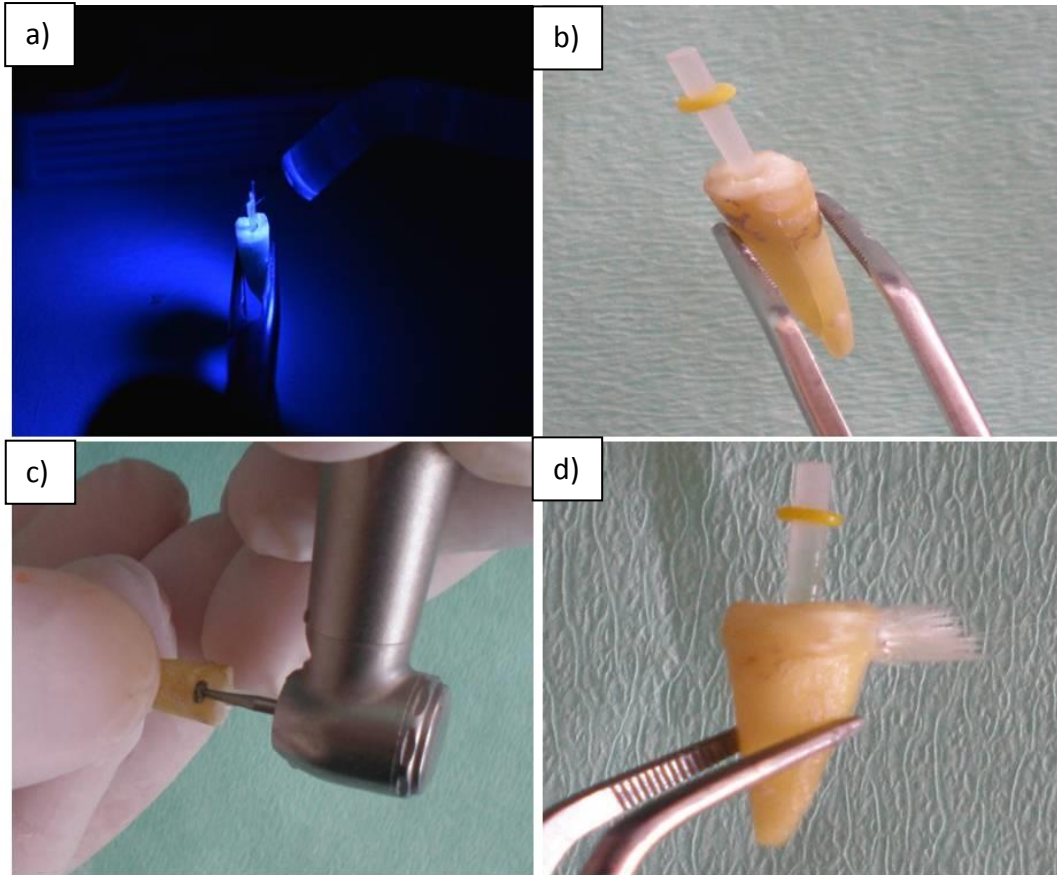
Materyal Adı	Marka	İçerik	Deneyde Kullanıldığı Yer
Superbond C&B	C&B, Sun Medical, Tokyo, Japonya	4-META/MMA-TBB	Grup 3-8
D.T. Light-Post	Bisco Dental Products, Schaumburg, IL, ABD	Kuvars fiber	Grup 4, Grup 6
Tescera fiber lifleri	Bisco Dental Products, Schaumburg, IL, ABD	Cam fiber	Grup 5, Grup 7-8
Kompozit rezin materyal	G-aenial, GC Corporation, Tokyo, Japonya	Nanohibrid kompozit rezin	Grup 2-8
Dual sertleşen kompozit	Tesceraflo, Bisco Dental Products, Schaumburg, IL, ABD	Dual sertleşen (ısı /ışık) akışkan kompozit rezin	Grup 6-8

3.3. 4-META/MMA-TBB Bazlı Rezin Siman ile Reataçman:

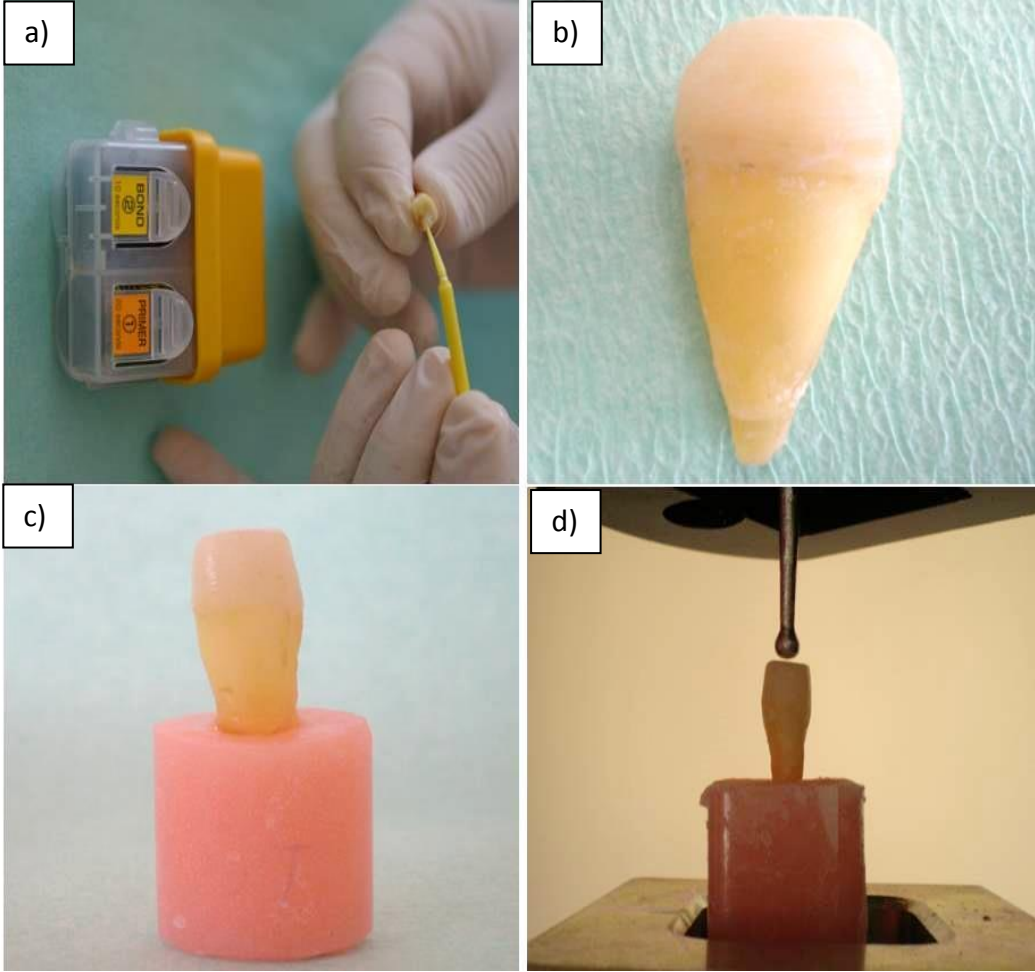
Fragmanların yapıştırılmasında 4-META/MMA-TBB bazlı rezin siman olan Superbond C&B (Sun Medical, Tokyo, Japonya) üretici firmanın talimatları doğrultusunda kullanıldı.

- Monomer, katalizör ve tozun karıştırılması amacıyla firmanın kendi paketinden çıkan temiz bir karıştırma tabağı kullanıldı.
- Üretici firmanın talimatları doğrultusunda bütün fragmanların yapıştırılmasında her defasında yeni bir monomer, katalizör ve toz karışımı hazırlanarak karışım her defasında taze olarak kullanıldı.
- Monomer/katalizör oranı üretici firmanın talimatları doğrultusunda 4/1 oranında hazırlandı ve firmanın tavsiye ettiği şekilde en geç 5 dakika içerisinde tüm yüzeylere uygulandı.
- Firmanın talimatları doğrultusunda ilk önce aktive edilmiş likit (monomer ve katalizörün karışımı) bağlanma dayanımını en üst düzeye çekmek için bir kat şeklinde yapıştırılacak yüzeylere temiz bir fırça ile uygulandı. Daha sonra fırçanın ucu likit karışımına tekrar batırıldı ve aynı fırça daha sonra polimer tozuna batırıldı. Fırçanın ucuna ıslak fırça ucu yardımı ile, küçük top şeklinde polimer tozu alındı. Homojen karışım sağlandıktan sonra yapıştırılacak fragman yüzeylerine uygulandı.

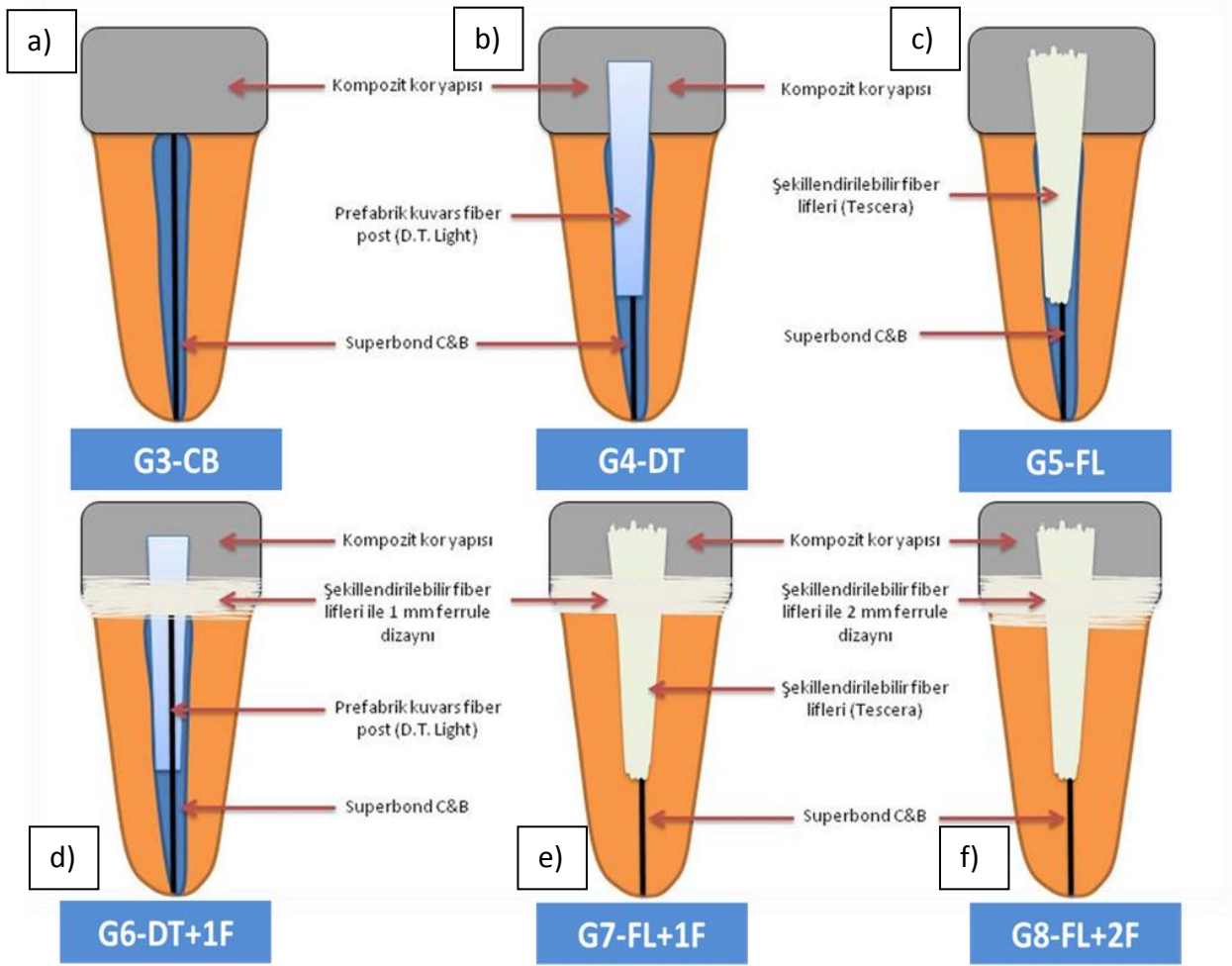
Resim 4: a) Şekillendirilebilir fiber postun kanal içerisine uygulanması ve polimerizasyon b) Rijit fiber postların kanal içerisine uygulanması c) Ferrule etkisi oluşturmak için frezler ile standart derinlikte ve genişlikte kavite açılması d) Açılan kavitelere şekillendirilebilir fiber materyallerin, ferrule etkisi oluşturmak için uygulanması



Resim 5: a) Dişlere kompozit kor yapımı için primer ve bond uygulanması b) Dişlere standart kor yapılarının kompozit ile yapılması c) Dişlerin akrilik kalıplara gömülmesi d) Kırma testi için kullanılan universal test cihazı cihazı



Şekil 7: Deney Gruplarının Dizaynı: **a)** Grup 3: Superbond C&B, **b)** Grup 4: Superbond C&B ve D.T. Light-Post, **c)** Grup 5: Superbond C&B ve Tescera Fiber Lifleri, **d)** Grup 6: Superbond C&B, **e)** D.T. Light-Post ve 1mm Ferrule Etkisi, **f)** Grup 7: Superbond C&B, Tescera Fiber Lifleri ve 1mm Ferrule Etkisi



3.4. Reataçman Yapılan Kök Fragmanlarının Basma Dayanımlarının ve Kırık Tiplerinin Değerlendirilmesi:

Reataçmanı ve restorasyonu tamamlanan tüm örneklerin çevresi, periodontal ligamenti taklit etmesi için 0.2 mm silikon ölçü maddesi ile ince bir fırça yardımıyla kaplandı. Daha sonra tüm dişler, kökün 5mm'si akriliğin içinde olacak şekilde otopolimerizan akrilik kalıplarına gömüldü (Resim 5c). Akrilik rezinlerin tam olarak sertleşmesinden sonra, akrilik bloklar universal test cihazının (Instron Corp., Canton, MA, ABD) tablasına yerleştirildi. 3 mm çapında çelik top uç test cihazı ucuna yerleştirildi. Çelik uç, kökün tüm koronal yüzeyine temas edecek şekilde ayarlanarak, 0,5mm/dk hızla artan kuvvet kökün uzun aksına paralel yönde dişlerde kırık oluşana kadar uygulandı (Resim 5d).

Her bir örneğin kırılması için gereken kuvvet Newton cinsinden ölçülerek kaydedildi. Basma dayanım testinden sonra dişlerde oluşan kırık tipleri stereomikroskop (Olympus SZ 6045 TR Zoom stereomicroscope, Olympus Optical Co., Tokyo, Japonya) ile x40 büyütme altında incelendi.

Görüntülenen kırık tipleri 4 kategoride sınıflandı:

1. Kor kırığı
2. İki parçalı kök kırığı
3. Üç veya daha fazla parçalı kırık (tamir edilemez)
4. Reataçman alanından kırık

3.5. İstatistiksel Değerlendirme:

Elde edilen kırılma dayanımlarının istatistiksel analizi SPSS versiyon 17 (IBM, Şikago, ABD) programı kullanılarak One-way ANOVA ve Duncan's Multiple Range testi ile yapıldı ($\alpha=0,05$).

4. BULGULAR

4.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Ortalama Basma Dayanımlarına İlişkin Bulgular:

Basma dayanımları ortalama değerleri Grup1> Grup2> Grup8> Grup7> Grup3> Grup6> Grup5> Grup4 olarak azalarak sıralanmıştır.

Elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür ($P<0.05$). Tablo 9’da dişlerin ortalama basma dayanım değerleri ve analizlerin tanımlayıcı ististik değerleri görülmektedir.

Tablo 9: Dişlerin ortalama basma dayanımları ve tanımlayıcı istatistik değerleri (farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları ifade etmektedir. $p\leq 0.05$)

Gruplar	Ortalama (Newton)	Std sapma.	Std Hata	Maksimum	Minimum	Median
1-Negatif Kontrol	1036.70 ^a	92.86	35.09692	936.60	1195.10	998.30
2-Pozitif Kontrol	989.66 ^{ab}	52.18	19.72180	911.20	1081.40	994.70
3-C&B	958.84 ^b	50.77	16.05374	870.40	1045.50	967.65
4-C&B+D.T.	871.89 ^c	62.30	19.69988	791.90	996.50	864.60
5- C&B+Tescera	941.82 ^b	85.36	26.99259	838.70	1087.20	943.35
6- C&B+D.T+1mmF	951.66 ^b	57.47	18.17217	846.40	1036.80	963.55
7- C&B+Tescera+1mmF	965.70 ^b	49.77	15.73946	862.70	1037.60	978.30
8 - C&B+ Tescera+2mmF	981.56 ^{ab}	82.46	26.07669	862.10	1086.90	986.10

Gruplar arasında en yüksek basma dayanımı, sağlam dişleri içeren negatif kontrol grubunda (Grup1) (1036.70 N) elde edilmiştir. Sağlam dişlerde elde edilen ortalama basma dayanımı, kök kanal tedavili dişleri içeren pozitif kontrol grubundan yüksektir (Grup2) (989.66 N). Bu fark anlamlı bulunmamış, ancak tüm deney gruplarından (Grup 3-8) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Kanal tedavili dişler (Grup2) ve Superbond C&B, Tescera Fiber Lifleri 2 mm ferrule grubu (Grup 8) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($P>0.05$).

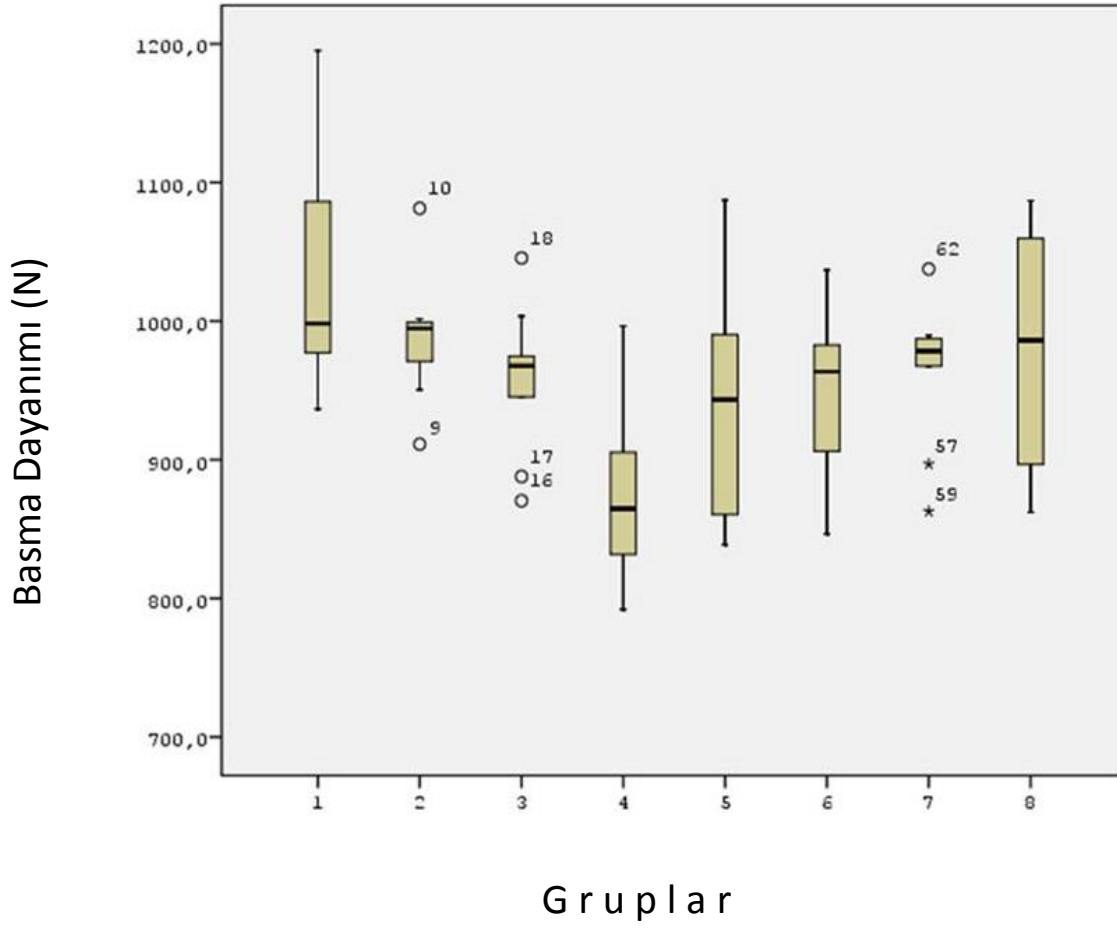
Superbond C&B rezin siman ve kuvars fiber post ile reataçman yapılan grup (Grup 4), diğer tüm test ve kontrol gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük değer göstermiştir ($P<0.05$).

Superbond C&B rezin siman, şekillendirilebilir cam fiber lifleri ve 2mm ferrule dizaynı hazırlanan grup (Grup 8), diğer tüm test gruplarından daha yüksek kırılma direnci göstermiştir (981.56 N) ($P<0.05$). Ayrıca bu grupta elde edilen ortalama basma dayanımı, sağlam dişleri içeren negatif kontrol grubunun ortalama basma dayanımından (1036.70 N) ve kök kanal tedavili dişleri içeren pozitif kontrol grubundan (989.66 N) istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık göstermemiştir ($P>0.05$).

Reataçman yapılan köklerde elde edilen ortalama basma dayanımı, Grup 8 (Superbond C&B+ cam fiber lifleri+ 2mm ferrule) hariç diğer tüm deney gruplarında, sağlam dişe (negatif kontrol grubu) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük değer göstermiştir ($P<0.05$).

Ferrule etkisinin 1mm olması (Grup 7) ile 2mm olması (Grup 8) arasında ve test gruplarında (Grup 4 hariç) anlamlı farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Elde edilen değerlerin box plot diyagramı tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10 : Elde edilen değerlerin box plot diyagramı : Tabloda grup numaraları, grupların ortalama basma dayanımları (N), en düşük ve en yüksek değerler (N) ile standart sapmaları gösterilmektedir.



4.2. Deney ve Kontrol Gruplarında Oluşan Kırık Tiplerine Yönelik Bulgular:

Dişlere basma dayanım testi ile vertikal kuvvet uygulanması sonucunda dört çeşit kırık tipi görülmüştür. Ortaya çıkan kırık tipleri şu şekilde sınıflanmıştır (Resim 6).

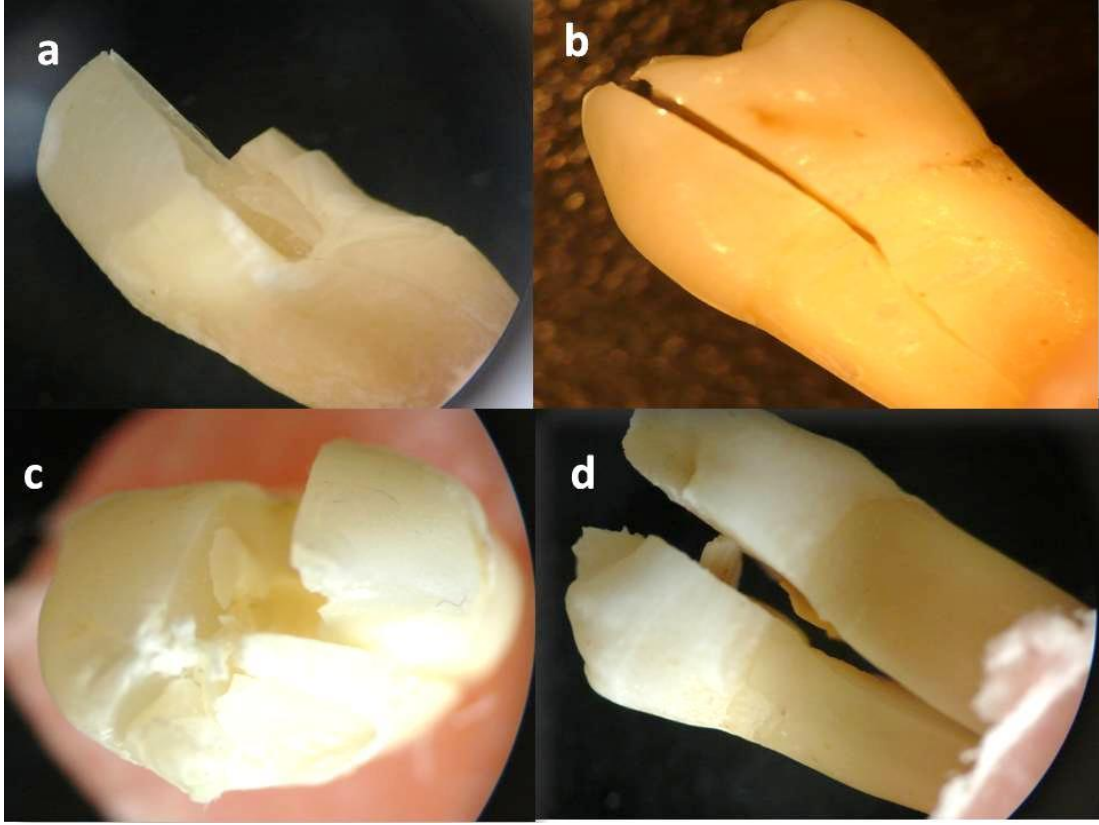
1. Kor kırığı (%8,75)
2. İki parçalı kök kırığı (%17,5)
3. Üç veya daha fazla parçalı parçalı kırık (tamir edilemez) (%42,5)
4. Reataçman alanından kırık (%31,25)

Tablo 11'de kırık tipleri ve gruplar arasındaki dağılımları görülmektedir.

Tablo 11: Kırık Tiplerinin sınıflaması ve gruplardaki dağılımı

GRUPLAR	Kırık Tipleri (%)			
	Tip 1 Kor Kırığı	Tip2 İki parçalı vertikal kök kırığı	Tip 3 Üç veya daha fazla parçalı kırık (tamir edilemez)	Tip 4 Reataçman alanından kırık
1-Negatif Kontrol	%20	%80	-	-
2-Pozitif Kontrol	%20	%60	%20	-
3-C&B	-	-	%20	%80
4-C&B+D.T.	%10	-	%30	%60
5- C&B+Tescera	-	-	%70	%30
6- C&B+D.T+1mmF	%10	-	%50	%40
7- C&B+Tescera+1mmF	%10	-	%70	%20
8 - C&B+ Tescera+2mmF	-	-	%80	%20

Resim 6: Kırık Tipleri a) Kor kırığı b) İki parçalı vertikal kök kırığı c) Üç veya daha fazla parçalı parçalı kırık (tamir edilemez) d) Reataçman alanından kırık



Negatif ve pozitif kontrol gruplarında daha fazla oranda (%80, %60) görülen kırık tipi 2 parçalı vertikal kök kırıklarıdır (Tip 2).

Şekillendirilebilir cam fiber post sistemleri kullanılan gruplarda (Grup 5, 7, 8) ferrule etkisi olup olmamasına bağlı olmaksızın en sık görülen kırık tipi, 3 veya daha fazla parçalı kırık tipidir (Tip 3) (Grup 5 %70, Grup 7 %70, Grup 8 %80).

Şekillendirilebilir fiber lifleri kullanılmayan ve ferrule dizaynı olmayan gruplarda (Grup 3,4) daha çok reataçman alanından kırık tipi görülmüştür (Tip 4) (Grup 3 %80, Grup 4 %60).

D.T. Light Post ve 1 mm ferrule etkisi oluşturulan grupta daha çok oranda sırasıyla; üç veya daha fazla parçalı parçalı kırık (Tip 3) ve reataçman alanından kırık (Tip 4) tipi görülmüştür.

Grup 3 (C&B), Grup 5 (C&B+ fiber lif) ve Grup 8 (C&B + fiber lif + 2mm ferrule)'de; kor kırığı (Tip1) ve reataçman alanını takip etmeyen vertikal kök kırığı (Tip 2, tamir edilemez) şeklinde kırık tipi görülmemiştir.

Ferrule etkisi oluşturulan gruplarda (Grup 6-8) ise daha çok üç veya daha fazla parçalı parçalı kırık (Tip 3) kırık tipi görülmüştür.

Tüm gruplarda tamir edilebilen kor kırığı tipi (tip 1) diğer tüm kırık tiplerinden daha az oranda görülmüştür.

Kontrol gruplarında toplamda en fazla görülen kırık tipi Tip 2 (iki parçalı vertikal kök kırığı) iken, tüm deney gruplarında toplamda en fazla görülen kırık tipi tip 3 (üç veya daha fazla parçalı parçalı kırık) ve tip 4'tür.

5. TARTIŞMA

Hipotezlerin Kabulü veya Reddedilmesi:

Prefabrik fiber post ve şekillendirilebilir fiber postlar arasında kırılma dayanımları ve vertikal yükleme sonucu oluşan kırık tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu sebeple birinci hipotez reddedilmiştir.

Şekillendirilebilir fiberle güçlendirilmiş kompozit (FGK) post materyalleri ile oluşturulan ferrule dizaynları, köklerin kırılma dayanımı arasında Grup 4 (C&B+D.T. Light Post) ile Grup 6 (C&B+D.T. Light Post + 1mm ferrule) arasında ve Grup 5 (C&B+ Tescera Lifleri ile Grup 8 (C&B+ Tescera Lifleri + 2mm ferrule) arasında anlamlı farklılık bulunurken; Grup 5 (C&B+ Tescera Lifleri) ve Grup 7(C&B+Tescera Lifleri + 1mm ferrule) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Bu sebeple ikinci hipotez kısmen kabul edilmiştir.

Çalışmamızda sadece kök kanal tedavisi yapılan dişler ile (pozitif kontrol grubu) kırık hattından yapıştırılıp restore edilen dişler arasında (Grup 4; C&B+D.T. Light-Post hariç) basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak kırık fragmanların reataçman dizaynı; dişlerin tekrar nereden kırıldığı üzerinde etkili bulunmuştur. Restore edilebilen kırık tipleri, reataçman yapılan vertikal kırıklı dişlerde, sağlam dişlere göre (negatif kontrol grubu) %7.5 oranında azalmıştır. Özçopur ve ark. (269) şekillendirilebilir FGK post (sırasıyla; Ribbond ve Everstick) kullanarak sağlam dişi restore ettiklerinde; restore edilebilir kırık oranını sırasıyla %100 ve %60 olarak bulurken, aynı materyaller ile vertikal kırıklı dişleri reataçman yapılan dişleri restore ettiklerinde, restore edilebilir kırık oranını sırasıyla %58 ve %36 olarak rapor etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuçlar; reataçman yapılan dişlerde restore edilebilir kırık oranının sağlam dişlere göre azalması yönüyle benzetilmektedir. Ayrıca sunulan bu çalışma ile benzer şekilde şekillendirilebilir fiber post (Everstick,Ribbond) kullanımının reataçman vakalarında iyi bir tedavi alternatifi olabileceği gösterilmiştir (269).

Bu çalışmanın sonuçları, vertikal kırıklı dişlerin reataçmanında kullanılan fiber post tipinin ve şeklinin, dişlerin kırık direncinde ve kırılma bölgeleri üzerinde etkisi olduğunu göstermiştir.

Yöntemlerin ve materyallerin değerlendirilmesi:

Bu çalışmada, tüm kontrol edilebilen faktörler standardize edilmiştir. Örnekler benzer meziodistal ve bukkolingual genişlikte seçilmiştir. Kron yapıları uzaklaştırılıp aynı uzunlukla kök uzunlukları elde edilmiştir (16mm). Kemo-mekanik genişletmede yöntem ve boyut olarak standardizasyon sağlanmıştır ve fragmanları yapıştırmak için daha önceki çalışmalarda bağlanma dayanımı en yüksek bulunan bir dual sertleşen siman kullanılmıştır. Çalışmanın değişkenleri ise, fiber tipleri, kullanım kombinasyonları ve dizaynları olarak belirlenmiştir.

Yapay modellerde yapılan deneyler, gerçek dentini taklit edemez, dentin post yapışma dayanımları gerçek düzeylerde olmaz ve bu nedenle gerçek klinik şartlar taklit edilemez (270). Bu nedenle çalışmamızda, klinik koşulları taklit etmesi açısından doğal insan dişleri kullanılmıştır.

Doğal dişler farklı uzunluklarda, farklı genişlikte, farklı çapta olabilir ve ayrıca farklı kök kanal lokasyonuna, çatlak ve yüzey defektlerine de sahip olabilirler. Bu çalışmada; meziodistal ve bukkolingual çaplar servikal marjin seviyesinde her diş için ölçülmüştür ve kaydedilmiştir. Tüm grupların benzer boyutlara sahip olduğundan emin olunmuştur. Tüm dişler apekten itibaren aynı boyutta olacak şekilde dekoronize edilerek benzer uzunlukta kök boyları elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan yöntem, çekilmiş dişlerde standardizasyonun oluşturulması açısından birçok çalışmayla benzerlik göstermektedir (158, 271, 272).

Çalışmamızda dişlerin kanal boyları #10 K egesi ile ölçülmüştür. Kök kanalı genişletmesi ProTaper rotary sistemi ile tamamlanmıştır. Her ege değişiminde 2 ml %2,5'lik NaOCl kullanılmıştır ve %17'lik 5ml EDTA 1 dakika boyunca son irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmıştır. Son yıkama steril salin solüsyonu ile yapılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız bu protokol, çekilmiş dişlerde uygulanan yıkama protokolü açısından, birçok önceki çalışma ile benzer olacak şekilde planlanmıştır (272, 273).

Standart vertikal kök kırıkları Wenzel ve ark.'larının (268) yaptığı çalışmada tarif ettiği gibi; çekiç ve açılı çivi yardımıyla mekanik kuvvet uygulanarak elde edilmiştir. Çalışmamızda bu yöntemi kullanmamızın nedeni, vertikal kırık oluşturulan dişlerin reataçmanı yapılırken, kırık alanlarının birebir uyumunun hedeflenmesidir. Uygun şekilde kırılmayan yada çok parçalı kırılan kökler çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca Şen ve

ark.'larının (274) yaptığı çalışmada da aynı yöntemle standart vertikal kök kırıkları elde edilmiştir.

Literatürde 4-META MMA/TBB rezin siman (SuperBond C&B) diğer simanlara göre üstün bağlanma dayanımına sahip olduğu için, reataçmanı yapılan dişlerin yapıştırılmasında bu rezin siman seçilmiştir (252, 254). Hayashi ve ark. (10) ve Kudou&Kuboto (114) bu simanla yaptıkları reataçman vakalarında başarılı sonuçlar rapor etmiştir (Tablo 2). Ayrıca Özçopur ve ark. (269) farklı fiber postlarla yaptıkları vertikal kırıklı dişlerin reataçmanında bu simanı tercih etmişlerdir. Nizam ve ark. (7) yirmi bir adet vertikal kök kırıklı dişin reataçmanını aynı rezin siman ile yapmış ve replantasyonu 12 ay takip etmişlerdir. On dokuz dişin klinik olarak fonksiyonel olduğunu, dişlerdeki mobilitenin fizyolojik sınırlarda bulunduğunu, 2 dişin ise çekildiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca klinik periodontal parametrelerin (plak indeksi, gingival indeks, sondlama derinliği gibi) 6 ay içerisinde gerilediğini gözlemlemişlerdir.

Kor üst yapısı için; yüksek yapışma dayanımı, kontrol edilebilen ve hızlı sertleşme özelliği, iyi estetiği ve uygun basma dayanımı nedeniyle kompozit materyal tercih edilmiştir (275). Kompozit kor materyalleri diğer amalgam ve cam iyonomer materyallerine göre daha fazla kırık direnci göstermektedir (276, 277). Bu çalışmada; post ve kor yapısı tamamlandıktan sonra kron yapılmamasının nedeni post ve kor yapım tekniklerinin özelliklerinin izlenemeyecek olmasıdır (278, 279).

Birçok çalışmada; AH Plus kanal patının diğer kanal patlarına kıyasla kök kanal dentinine daha fazla bağlanma dayanımı gösterdiği rapor edilmiştir (280, 281). Ayrıca bu kanal patının kullanımının endodontik olarak tedavi edilen dişleri vertikal kök kırıklarına karşı daha güçlü hale getirebileceği bildirilmiştir (95). Bu avantajlarından dolayı AH Plus kanal patı pozitif kontrol grubunda (Grup 2) kullanılmıştır.

Dişlere restoratif işlemler yapıldıktan sonra periodontal ligamentin taklit edilmesi için silikon materyal kullanılmıştır. Dişler daha sonra akrilik rezin bloklara kökün 2/3'ü dışarıda kalacak şekilde gömülmüştür. Bu yöntem Teixeira (90) ve Messer&Sedgley (282)'in kırma testi tamamlandıktan sonra kırık hatlarının gözlemlenebilmesi için tavsiye ettiği bir yöntemdir. Bu protokol önceki çalışmalarda da uygulanmıştır (95, 269, 283).

Dişlerin basma dayanımlarının ölçülmesi için kurulan düzenekte, universal test cihazı (Instron) yardımıyla vertikal yönde kuvvet uygulanmıştır. Kırılma direncinin statik analizi,

genel olarak basma dayanım testleri ile yapılır ve kuvvet kırık oluşana kadar uygulanır (196, 284). Bu çalışmada da, köklere kuvvetler oklüzal yüzeyden dik olarak kırık oluşana kadar uygulanmıştır. Vertikal kuvvetin uygulanma şekli, gelen kuvvetin yönü ve uygulanma hızı açısından önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (90, 269, 282).

Daha önceki çalışmalarda fiber materyaller ile oluşturulan ferrule dizaynlarının, reataçmanı yapılan fragmanlar üzerine etkisi incelenmemiştir. Çalışmamızda vertikal kırıklı dişlerin güçlendirilmesinde 2 mm ferrule dizaynı oluşturmanın etkisi *ex-vivo* ortamda gösterilmektedir. Klinik uygulamada kökün servikal bölgesinde preparasyon ile oluk oluşturularak şekillendirilebilen fiber materyalleri ve adezivler ile ferrule etkisi oluşturulması replantasyon sırasında daha da dikkat gerektiren bir prosedür olmalıdır. Özellikle periodontal ligamentin korunması ve periodontal ligament hücrelerinin canlılığının devam edebilmesi bu vakalar için büyük önem taşımaktadır (285).

Dişlerin Postlar ile Güçlendirilmesi:

Endodontik tedavili dişlerin restorasyonu, restorasyon sırasında bir çok faktör göz önünde bulundurulması gerektiği için komplike bir durumdur. Bunlar; restorasyonun retansiyonu, kalan diş yapısının miktarı, çiğneme kuvvetleri, mikrosızıntının önlenmesi ve estetik gibi faktörlerdir (286).

Endodontik tedavili veya fazla madde kaybına uğramış dişleri tedavi etmek için en uygun teknik ve materyal arayışı devam etmektedir (195). Çeşitli materyal ve teknikler bu dişlerin tedavisi için kullanılmıştır. Bunlardan biri de post ve kor sistemleridir (287). Ancak teknik ya da materyalin seçiminde henüz fikir birliği yoktur (196).

Önceki yıllarda, endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda iyi fiziksel özellikleri nedeniyle metal postlar sıkça kullanılmıştır (227, 288). Ancak rezin teknolojisindeki gelişmeler ve diş renginde restorasyonlar yapabilmek için estetik materyallerin kullanımı artmıştır. Kalan diş yapısının korunmasına yönelik yaklaşımlar ile birlikte fiberle güçlendirilmiş post sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Diş hekimliğinde fiberle güçlendirilmiş kompozit postlara artan bir ilgi vardır. Bunlar endodonti dışında protetik restorasyonlarda, periodontolojide ve ortodontide splint olarak da kullanılmaktadır (289, 290). İki farklı tip fiber materyali endodontide köklerin güçlendirilmesinde ön plana çıkmaktadır. Bunlar prefabrik rijit fiber postlar ve şekillendirilebilir fiber postlardır.

Prefabrik fiber post; klinik başarısı günümüzde kabul edilen bir post tipidir. Metal ve döküm postların yerini almaktadır (234). Prefabrik fiber postlar, koronal yapıdaki kaybın önemli olduğu vakalarda, kanal içerisine adeziv yardımıyla yapıştırılır ve kor yapısına retansiyon sağlarlar (154). Prefabrik fiber postların kullanılmaya başlamasıyla birlikte, dentine olan benzer özellikleri nedeniyle, başarı oranları da artmaktadır (291). Bu materyaller ile tedaviler daha estetik, daha pratik, metal post ve kor sistemlere göre daha az invaziv olmaktadır (194). Prefabrik fiber post sistemleri genel olarak silindirik olduklarından geniş ve/veya eliptik kök kanalları varlığında kullanımı uygun olmayabilir. Bu gibi vakalarda kullanılmak üzere şekillendirilebilir fiber postlar önerilmiştir (292, 293).

Fiber post kullanılan sistemlerde; dentin kanal duvarları ile post yüzeyi arasındaki boşluk tamamen rezin siman ile kaplıdır ve bu ince rezin siman tabakası basma dayanımları altında stress kırıcı sistem olarak görev üstlenmektedir (294). Düşük elastik modülü olan bu materyaller kuvvetler altında daha fazla esneyebilir ve bu yüzden kırık nedeniyle oluşan başarısızlıklar daha az olur (295-297). Heterojen bir materyal yerine monoblok bir materyal kullanımıyla çigneme kuvvetleri daha homojen dağılabilmektedir ve sonuç olarak fonksiyon sırasındaki stresler azalabilmektedir (298). Birçok çalışma, fiber postlarla restore edilen dişlerin uzun süreli klinik başarılarını ortaya koymuştur (227, 239, 299)

Fiber materyallerinin içerikleri ve buna bağlı olarak özellikleri de değişmektedir. Manocci ve ark.'nın (1999) kuvars fiber post, karbon-kuvars fiber post ve zirkonyum post ile yaptıkları bir çalışmada aralıklı olarak kuvvet yüklemesi yapılan dişlerde fiber postların kullanımının kök kırığı riskini azalttığı gösterilmiştir (300). Akkayan ve ark. (2002) ise de kuvars fiber postun; cam fiber post, titanyum post ve zirkonyum postlarla karşılaştırıldığında daha az kırık oluşturduğunu rapor etmişlerdir (196).

Kullanılan Postların Uzunluğu:

Stres analiz çalışmaları; metal, fiber ya da zirkonyum postların artan post uzunluğu ile dentine stres dağılımının daha iyi olduğunu (190, 301), ve kırık direncinin arttığını göstermiştir (302, 303). Uzun postlar daha fazla rijiditeye ve postta daha az eğilme ve esnemelere sebep olmaktadır (304).

Davy ve ark. yaptığı çalışmada (301); post uzunluğunun kökün 2/3'üne uzandığı durumlarda, servikal streslerin azaldığını göstermişlerdir. Burns ve ark. (305) ise post uzunluğunun, dentine olan stres dağılımı üzerine etkisinin çok az olduğunu söylemiştir. Isidor

ve ark. (174), Schmitter ve ark. (195) ve Lambjerg-Hansen (350) ve ark. yaptığı çalışmalar ile bu sonuçları desteklemiştir. Giovanni ve ark. (306) metal post ve kor ile yapılan restorasyonlarda post uzunluğunun kırık direnci üzerine etkisi olmadığını savunmuşlardır. Ancak fiber post üzerine yaptıkları çalışmalarda uzun fiber postların (10mm) kısa fiber postlara göre (6mm) daha fazla kırılma dayanımı gösterdiğini ortaya koymuştur. Cecchin ve ark. (307) uzun fiber post kullanımının (8 mm-12 mm) kısa fiber post kullanımına göre (4mm) daha fazla kırılma direnci gösterdiğini ortaya koymuştur. Post uzunluğunun, kök boyunun yarısından daha ileriye uzanmasını yeterli bulmuştur. Franco ve ark. (308) ise cam fiber post uzunluğunun, kırık direnci üzerine etkisinin olmadığını metal postların ise kökün 2/3 üne kadar uzandığı durumlarda daha fazla kırılma direnci gösterdiğini söylemişlerdir.

Sugaya ve ark. (309) post uzunluğu ile servikal bölgede oluşan kırıklar arasında ilişki bulunamamıştır. Ancak apikal bölgede oluşan kırıkların, uzun post kullanımı ile azaldığını belirtmişlerdir. Bu yüzden uzun post kullanımı vertikal kırıkların oluşumunu önlemede yardımcı olabilir. Ayrıca uzun post kullanımı Tay ve Pashley'in (310) tarif ettiği gibi, monoblok etkisi oluşturarak özellikle apikal bölge kırıklarının önlenmesinde yardımcıdır. Hem servikal bölge hem de apikal bölge kırıkları; dentine yakın elastisitesi olan fiber postların uzun boyda kullanılmasıyla ve postun kök kanal duvarlarına yapıştırılmasıyla azaltılabilir. Bu nedenle bu araştırmalar ışığında çalışmamızda; oluşturduğumuz vertikal kök kırıklı fragmanların yapıştırıldıktan sonra tekrar vertikal kırık oluşma riskini azaltmak amacıyla fiber post materyalleri kökün 2/3 ü uzunluğunda (10mm) yerleştirilmiştir.

Şekillendirilebilir Fiber Materyalleri ve Rijit Fiber Postların Kıyaslanması:

Cagidiaco ve ark. (311) DT- Light post ile restore edilen dişlerin 3 yıllık ağızda kalma başarı oranı %90,9 olarak bulmuştur. Aynı çalışmada DT-Light post ile restore edilen dişlerin 3 yıllık gözlem sonuçlarına göre, kron restorasyonunun yer değiştirmesinin ve kök kırığı oluşumu riskinin daha az olduğu rapor edilmiş ve hem prefabrik fiber post kullanımında, hem de şekillendirilebilen fiber materyalleri kullanılan vakalarda, bu materyallerin ferrule etkisi olan (kron ile yapılmış) ve olmayan gruplarda ağızda kalma süreleri incelenmiştir. Her iki materyalde de ferrule etkisi ile birlikte kullanıldığında başarı oranı daha fazla bulunmuştur. (prefabrik fiber için 3 yıllık başarı oranı ferrule olan grupta %80, olmayan grupta %70; şekillendirilebilen fiber materyalleri kullanımında başarı oranı ferrule olan grupta %65, olmayan grupta %55 olarak bulunmuştur).

Akkayan ve ark. (196) DT Light post ile titanyum, kuvars fiber, cam fiber ve zirkonyum postları kırılma dayanımları açısından kıyaslamıştır. Bu post tipinin, diğer post gruplarına göre anlamlı derecede daha yüksek kırılma direnci gösterdiği (titanyum post 66.95 kg, kuvars fiber post (DT-light post) 91.20 kg, cam fiber post 75.90 kg, zirkonyum post 78.91 kg) rapor edilmiştir. Yüksek kırılma dayanımı, DT Light postta yüzey başına düşen yoğun fiber miktarı (32 fiber/mm²) ile ilgili olabilir (312). Bu post yorgunluk testi uygulandığında 2 milyon döngüyü bir başarısızlık olmadan tamamlamıştır.

Yukarıda belirtildiği gibi yüksek kırılma dayanımı nedeniyle DT-Light post çalışmamızda rijit prefabrik fiber post materyali olarak seçilmiştir (294, 313). Ancak çalışmamızın sonuçlarına göre, şekillendirilebilen fiberlerle karşılaştırıldığında dezavantajları ortaya çıkmıştır. Yüksek kırılma direncine rağmen reataçmanında ferrule etkisi bulunmadığı takdirde anlamlı derecede düşük kırılma dayanımına yol açmıştır. Rijiditesi nedeniyle reataçman alanından tekrar kırığa yok açması, kuvveti kama etkisi oluşturacak şekilde ilettiğini göstermektedir. Bu yüzden rijit fiber postların reataçman yapılan vakalarda kullanımı uygun değildir.

Bu çalışmada şekillendirilebilen fiberle güçlendirilmiş materyal olarak, fiber lifleri (Tescera, Bisco) kullanılmıştır. Bu fiber lif demetleri, önceden silanlanmış, birbirinden bağımsız cam fiber şeritleri şeklindedir. Bu ürünün silanizasyonu, rezin ve cam fiberler arasında yapışmanın artırılmasını sağlamaktadır (314).

Şekillendirilebilir fiber post sistemleri, rijit fiber postlara göre daha elastik yapıya sahiptir ve elastiklik özellikleri doğal diş yapılarına yakındır (315). Bu çalışmada fiber lifler stresleri rijit postlara göre daha homojen dağıtarak dişleri daha fazla güçlendirmiştir. Fiber lifler ile yapılan güçlendirmelerde, çok parçalı tamir edilemeyen kırık tipi elde edilirken (%62.5), DT-Light Post daha çok reataçman alanından kırık oluşturmuştur (%50).

Metalik ve prefabrik fiber postlara alternatif olarak, anatomik yapıya göre özel şekillendirilebilen fiber materyalleri önerilmiştir (316-318). Bu fiber lif yapıları, direkt olarak post boşluğuna adapte edilebilir, isteğe göre şekillendirilip adezivler ile yapıştırılabilir (311). Bu fiber tipi prefabrik rijit fiber posta göre daha fazla esneme ve bükülme özelliği göstermektedir (316). Bu çalışmada da şekillendirilebilir fiber post sistemlerinin kullanılmasının, rijit fiber post sistemlerine göre daha az stres oluşturduğu gösterilmiştir. Bu yüzden şekillendirilebilen post sistemlerinin kullanımı elastik özelliklerinin doğal dişlere çok yakın olması nedeniyle tercih edilmelidir (269, 319).

Farklı kırık tiplerinin oluşmasında boş alanları dolduran yapıştırma materyalleri önem taşır. Prefabrik fiber post ile dentin arayüzündeki boş alan birebir uyum olmayacağı için, şekillendirilebilen fiber postlar ile dentin arayüzeyi arasındaki boş alandan, kök yüzeyi içerisinde daha fazla olabilir. Bu boş alanlar sadece rezin siman ile dolmaktadır (269). Maccari ve ark. (294) belirttiği gibi, ince bir rezin tabakası basma kuvvetleri altında stres kırıcı rol oynamaktadır ve kırık direncini artırmaktadır. Diğer yandan ise sadece rezin simanla dolu olan bu bölge, kök yüzeyinde zayıf alanlar oluşturabilir ve bu durumda dişlerin kırılma tiplerini değiştirebilir. Bu sonuçlar çalışmamızla uyumlu bulunmuştur.

Dyer ve ark. (320) fiberlerin farklı pozisyonu ve yönünün, fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin kırılma dayanımlarını etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca tek yönlü (unidirectional) cam fiberlerin kullanımı ile test örneklerinin esneme dayanımlarının arttığı ve sonuç olarak kırılma dayanımlarının arttığı gösterilmiştir (320). Fiberlerin kök içi şekillendirme ile birlikte uygulanması dentin/siman/post ara yüzeyinde daha iyi adaptasyon oluşturmaktadır ve adeta kanal içi anatomi taklit edilmektedir. Cam fiberler kolay bir şekilde ince bir katman olarak hazırlanabilir ve post boşluğu yoğun bir şekilde doldurularak siman boşluğu azaltılabilir. Ayrıca üreticinin önerileri doğrultusunda şekillendirilebilir fiber postlar etkili olarak polimerize edilebilir (321). Bu postlar kanal içine ince bir siman tabakası ile sabitlenebilir. Prefabrik fiber postlar ile kanallar duvarları arasındaki geniş siman aralığı postun yerinden oynamasına neden olabileceği için, şekillendirilebilir fiber postlarda ince ve homojen siman tabakasıyla bu durum önlenilmeye çalışılır (322). Kremeier ve ark. (323); ince tabakalı bir yapıştırma ajanının daha az polimerizasyon büzülmesi oluşturarak polimerizasyon sırasındaki stresin azaltılıp ve yapışma dayanımının arttığını göstermişlerdir. Şekillendirilebilen fiber postların klinik başarısında kor materyalinin hacmi, dentin yapışma yüzey alanından ve kanalın boyutu gibi faktörler önemlidir. Da Costa ve ark. (324) klinik çalışmada şekillendirilebilen cam fiber postların kanal içi kullanımında dışın 3 yıllık takibi başarılı bulmuş ve endodontik tedavili dişlerde kullanılmasını önermiştir. Newman ve ark. (232) özellikle çok geniş kanallarda şekillendirilebilen fiberlerin rijit olanlara tercih edilmesini önermişlerdir.

Lassila ve ark. (316), çeşitli fiber tipleri ile güçlendirilmiş postların eğilme/bükülme özelliklerini incelediği bir çalışmada, ışıkla sertleştirilerek form verilen şekillendirilebilir fiber postu (everStick); Snowpost, Carbopost, Parapost, C-post, Glassix, Carbonite gibi farklı markada fiber postlar ile kıyaslamış ve bu postun en yüksek eğilme/bükülme dayanımı gösterdiğini rapor etmiştir. Bunun sebebi olarak ise, polimer matris ve fiber özelliklerinin

kompozit materyal gibi en uygun hale gelmesini yani, çapraz olarak bağlı polimer matriksindeki PMMA zincir varlığının, bu çapraz bağlı bisGMA esaslı matriksi plastikleştirilmesi (sündürmesi) nedeniyle, bükülmeler sırasında stresi azaltması olarak açıklamışlardır.

Genovese ve ark.'nın (319) sonlu eleman analiz çalışması, çalışmamızdaki *ex-vivo* bulguları açıklar ve destekler niteliktedir. Araştırmacılar prefabrik fiber postların, şekillendirilebilen fiber postlara göre dentinde daha fazla stres yarattığını göstermişlerdir. Çiğneme kuvvetleri altında şekillendirilebilir post kullanımının stres seviyesinde yeterli bir homojeniteyi sağladığı görülmüştür. Standart prefabrik post kullanıldığında ise siman tabakasındaki stres eğrisi metalik postlara benzer özellik göstermiştir. Prerabfik fiber post kullanımı yoğun stresleri azaltmaya yardımcı olsa da şekillendirilebilir post muadiline göre daha yüksek değerlerine sahip bulunmuştur. Bu çalışmanın farklı bir parametesinde ise bruksizmi taklit eden düzenekte, düzenli olarak küçük kuvvetler uygulanmış ve post-kor/dentin ara yüzeyinde metal postların, şekillendirilebilir fiber postlara göre 6 kez daha büyük stres konsantrasyonuna neden olduğu görülmüştür. Servikal bölgede ise prefabrik fiber postun şekillendirilebilir fiber postla göre daha fazla stres oluşturduğu gözlenmiştir. Prefabrik postlarda stresler post çevresinde 2 büyük bölgede maksimum değerini korurken, şekillendirilebilen postta maksimum değer çok küçük bölge ile sınırlı kalmıştır. Dinamik ve statik yüklemde ise şekillendirilebilen fiber post kullanımında servikal bölgede, dentin post arayüzeyinde stres artışları daha fazla görülürken, prefabrik post daha yumuşak bir davranış göstermiştir. Apikal bölgede ise şekillendirilebilen postların, rijit olanlara göre daha homojen streslere neden olduğu ve dolayısıyla daha az kırık oluşturabilecek nitelikte olduğunu belirtmişlerdir.

Ferrule Etkisi:

Restore edilen dişlerde ferrule etkisi oluşturma fikri ilk defa 1961 yılında, Rosen (325) tarafından ortaya atılmıştır. Araştırmacı, dişin kor yapısını gingival kenar boyunca saran metal halkanın kullanılmasını önermiştir. Ferrule etkisinin önemi, kanal tedavili dişlerde post ve kor uygulamalarında birçok araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir (151, 160, 164, 326). Bu çalışmalara göre genel olarak kabul edilen fikir; ferrule etkisinin kor yapısı ve kron restorasyonlarıyla birlikte kullanımının, dişin kuvvetlere karşı kırık direncini artırdığı şeklindedir. Ayrıca restorasyon çevresindeki yapıştırıcı ajanın bütünlüğünü koruduğu da gösterilmiştir (150).

Ferrule etkisinin tavsiye edilen yükseklik ve dizaynı değişmekle birlikte birçok araştırmacı, en az 1-2 mm dentin duvarlarına paralel, dişi aynı yükseklikte tamamen saran, ferrule etkisini tavsiye etmiştir (155, 164). Dişiın kole çevresini, tüm yüzeylerinde aynı yükseklikte saran ferrule etkisinin; aynı yükseklikte sarmayan kısmi ferrule etkisine göre daha fazla destek oluşturduğu gösterilmiştir (160). Al- Omiri ve Al-Wahadni (327) kalan koronal dentin yapısının dişiın kırık direnci ile ilişkili olduğunu rapor etmiştir. Aynı çalışmada kalan dentin miktarının 2mm'den daha fazla olmasının, dişiın kırık direncini artırmayacağı gösterilmiştir. Schmitter ve ark. (174) ise artan ferrule yüksekliğinin, dişiın daha fazla kuvvet yüklemesine karşı koyabileceğini iddia etmiştir.

Sorensen ve Engelman (154), ferrule dizaynı olmadan yapılan post-kron restorasyonlarının, daha düşük kuvvetler altında, önceden tahmin edilemeyecek şekilde kırıldığını göstermiştir. Ayrıca Cheung ve Chan (159) ferrule etkisi olmadan yapılan döküm-post ve kor restorasyonlu dişlerin, ağızda kalma süresi bakımından en kötü sonucu verdiğini bulmuştur. Ferrari ve ark. (356), Crysanticagidiaco ve ark. (375) yaptığı klinik çalışmalarda; ferrule yapısının endodontik olarak tedavi edilen ve fiber post kullanılan premolar dişlerin klinik başarısına pozitif katkısı gösterilmiştir.

Tan ve ark. (160) 2mm'lik tam ferrule, 0,5mm'den 2mm'e değişen ferrule ve ferrule etkisi oluşturulmayan dişler; ferrule olmayan sağlam dişler ve kök kanal tedavili dişler kırılma değerleri açısından kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, post-kor yapılan endodontik tedavili dişlerde 2 mm'lik tek bir ferrule etkisi diğer tüm deney gruplardan daha iyi kırılma direnci göstermiştir.

Akkayan ve ark. (326) 2 mm ferrule etkisini, 1mm ve 1.5mm'lik olanlara göre, kullanılan post sistemine bakılmaksızın daha etkili bulmuşlardır (326). Prefabrik kuvars fiber post (DT-Light Post) kullanıldığında, diğer prefabrik post sistemlerinden daha yüksek kırılma dayanımına sahip bulmuştur (kuvars fiber grubu 119,5 kg, cam fiber grubu 99,84 kg , cam + zirkonyum grubu 98,6 kg, zirkonyum grubu 95,42 kg).

Pereira ve ark. (165) 50 adet çekilmiş dişte, endodontik tedavi ve prefabrik fiber post uygulamalarını takiben yapılan farklı ferrule uzunluklarını (0 mm, 1mm, 2 mm, 3 mm) test ettikleri bir çalışmada, 2mm ferrule etkisinin, ferrule etkisi olmayan gruba göre kırılma dayanımını artırdığı gösterilmiştir (sırasıyla kırılma dayanımları, 745,3 N ve 561 N). Ayrıca Torbjorner ve ark. (156) 72 adet başarısız metal post vakasını incelemiştir ve post kırığı olan vakaların çoğunda ferrule etkisi olmadığını rapor etmiştir.

Ferrule etkisinin avantajlarını gösteren birçok çalışmanın aksine, bazı çalışmalarda, ferrule oluşturmanın dişin desteğini artırmaya yararı olmadığı iddia edilmiştir (154, 158, 328-330). Saupe ve ark. (329), Al- Hazaimh ve Gutteridge (158) rezin siman kullanımıyla restore edilen dişlerde ferrule etkisinin ortadan kalktığını savunmuşlardır. Ayrıca bu araştırmacıların bulguları Mezzomo ve ark. (330) tarafından; ferrule etkisi oluşturulan ve rezin simanla simante edilen postların, ferrule etkisi oluşturulan örneklere göre kırılma direncinde önemli bir farklılık oluşturmadığı iddia edilerek desteklenmiştir. Çinko fosfat siman kullanıldığında ise ferrule oluşturulan örnekler, ferrule olmayan gruba göre daha fazla kırılma direnci göstermiştir. Ayrıca Nauman ve ark. (331), dişi kole bölgesinden tamamen sarmayan ferrule etkisi oluşturmanın, dişi kole bölgesinden tamamen saran ferrule etkisi oluşturmaya göre daha fazla kırılma direnci gösterdiğini söyleyerek dişin kendi yapısının korunması gerektiğini savunmuştur.

Cagidiaco ve ark. (311), Ferrari ve ark. (332) fiber post ve kompozit kor ile restore edilen premolar dişlerde ferrule etkisinin rolü olmadığını savunmuştur. Bu durum fiber postun yapıştırılması sırasında kullanılan rezin siman nedeniyle, fiber post ve rezin simanın elastik modülünün dentinin elastik modülüne olan benzerliği ile açıklanabilir.

Ferrule varlığında kök dentini geriliminde 2 major değişiklik vardır. Birincisi; servikal seviyede dentinin sıkışma gerilimini azaltır ve dentinin basma dayanımının altına çeker, ikincisi ise palatal servikal dentinin gerilme stresini artırarak değerini dentinin gerilme dayanımına yakın hale getirir (173).

Bahsedilen tüm bu çalışmalarda kole bölgesinde oluşturulan ferrule etkisi yapay kronlarla elde edilmiştir. Ambica ve ark. (333), mekanik özellikleri dentine yakın materyaller ile ferrule etkisi oluşturmanın daha iyi stres dağılımına neden olacağını ve kırılma direncini artıracığını ileri sürmüştür. Çalışmamızda ferrule etkisi oluşturmak için, daha önceki çalışmalardan farklı olarak; mekanik özellikleri dentine benzer yapıda olan, şekillendirilebilir cam fiber lif materyalleri kullanılmıştır.

Kron ile ferrule etkisi oluşturmanın, kullanılan post tipine bağlı olmaksızın kırık direncini artırdığı sonucuna benzer olarak, çalışmamızda fiber liflerle oluşturulan ferrule dizaynının, gruplarda ortalama kırılma dayanımını, kullanılan post tipine bağlı olmaksızın artırdığı saptanmıştır (160, 173, 326).

Santos-Filho ve ark. (334) fiber post ve metal postlar üzerinde yaptığı bir çalışmada; ferrule etkisi oluşturulan tüm deney gruplarında, dişlerin kırık direncine karşı daha iyi stres dağılımı gösterdiği bulunmuştur. Ferrule etkisinin dişin kırılma direncini artırmaya yönelik değerlendirilmesi üzerine daha fazla *in-vitro* çalışma ve klinik gözlem gerekmektedir. Literatürde vertikal kök kırığı olan dişlerin kırık parçalarının, birleştirilip reimplante edilmesine yönelik çalışmalar mevcuttur. Ancak ferrule etkisinin vertikal kök kırıklı dişlerde kırılma direncini nasıl etkilediğine yönelik çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda fiber materyalleri ile oluşturduğumuz 1mm ve 2mm lik ferrule etkisinin, vertikal kök kırıklı dişlerin kırılma direncini ne yönde etkilediği değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; 2mm ferrule etkisi oluşturmanın, post-kor restorasyonu yapılan dişlerin kırılma dayanımını artırmada en iyi yöntem olduğu gösterilmiştir.

Kırık tiplerinin yorumlanması :

Çalışmamızda CB super bond ile yapıştırılan grupta (Grup 3) örneklerin %80'inde, rijit post grubunda (Grup 4) ise %60'sinde kırık hattından tekrar kırıldığı görülmüştür. Hayashi ve ark. (120) vertikal olarak kırıklı kökleri, CB super bond ile yapıştırıp planlı olarak replante ettiği dişlerin klinik sonuçlarında, 6 vakanın 5'inde başarısızlık nedenini, dişlerin tekrar kırık hattı boyunca apikale kadar uzanarak kırılması olarak açıklamıştır. Oklüzal kuvvetlerin önceki kırıkla aynı doğrultuda apikal bölgeye vertikal olarak iletildiğini ve bağlanma dayanımının limitini aştığında aynı yerden kırık oluştuğuna dikkat çekmiştir.

Restore edilen dişlerde kuvvetin geldiği yön ve düzlem stres dağılımını etkileyen bir faktördür. Dişler ağız ortamında sadece vertikal kuvvetlere maruz kalmazlar. Bu yüzden restore edilen dişlerin prognozu düşünülürken fonksiyonel ve parafonksiyonel kuvvetler de göz önünde bulundurulmalıdır (304). Schmitter ve ark. (335) farklı kuvvet doğrultularında cam fiber postların farklı kırılma dayanımları gösterdiğini rapor etmiştir. Kuvvetin uygulandığı bölge daha önce de söylendiği gibi güvenilir laboratuvar sonuçlarının elde edilmesinde önemli bir faktördür. Çalışmalar göstermiştir ki; kuvvetin uygulandığı bölge dişlerin anatomik özelliklerine, dişlerin birbirleriyle olan ilişkilerine ve dişin tipine göre değişiklik gösterebilir (194, 196, 284). Bu çalışmada da kuvvet vertikal yönde dik olarak uygulanmıştır. Farklı açılarda yapılacak kuvvet yüklenmelerinde farklı sonuçlar elde edilebilir. Bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır ve ileri çalışmalar gerektirmektedir.

Vertikal kırıklı dişlerin çekilmesi önceleri tek alternatif gibi görünse de son yıllarda fragmanların ağız dışında yapıştırılarak planlı replantasyonunu içeren vaka bildirimleri (9, 10, 39, 40, 78, 101, 114, 121) ve artan başarı oranları bu konuya ilgiyi artırmıştır. Bu çalışmada tedavinin biyolojik kısmı değil, sadece kökün ve kalan diş dokusunun güçlendirilmesi ve sağlam dişe yakın kırılma direnci elde edilme çabası değerlendirilmiştir. Çalışmamızda tedavinin mekanik kısmı incelenmiş; reataçmanı yapılan vertikal kök kırıklı dişler adezyon, kırılma dayanımı ve kırık tipleri açısından, sağlam dişler ve kanal tedavili dişler ile kıyaslanmış ve yeni tekniklerin güçlendirme konusundaki başarısı saptanmıştır. Elde edilen faydalı sonuçların biyolojik açıdan değerlendirilebilmesi için *in-vivo* olarak desteklenmesi ve kliniğe uyarlanması için de ileri çalışmalar gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sınırları dahilinde elde edilen sonuç, çıkarım ve öneriler aşağıda sunulmuştur:

1. Şekillendirilebilir fiber materyalleri ile ferrule etkisi oluşturmak reataçmanı yapılan vertikal kırıklı dişlerin güçlendirilmesine olumlu yönde etki göstermektedir.
2. Reataçmanı yapılan vertikal kırıklı dişlerde rijit fiber post sistemlerinin kullanımı (Grup 4) kırılma dayanımını olumsuz yönde etkilemekte ve vertikal yükleme sonrası tamir edilemeyen kırıklar oluşturmaktadır.
3. Reataçmanı yapılan vertikal kırıklı dişlerin, şekillendirilebilir fiber post sistemleri ile güçlendirilmesiyle elde edilen ortalama kırılma dayanımları, rijit fiber post ile güçlendirilen dişlerde elde edilen ortalama kırılma dayanımlarından anlamlı derecede yüksektir.
4. Vertikal kırıklı dişlerin 4-META/MMA-TBB bazlı rezin siman ve şekillendirilebilir fiber post kullanılarak reataçmanı yapılması ve şekillendirilebilir fiber sistemleri ile 2mm ferrule dizaynı oluşturulması (Grup 8) bu dişlerin tedavisi için uygun yöntem olabilir. Bu grupta güçlendirme sağlam dişlerle benzer bulunmuştur.
5. Diğer alternatiflerle de (Grup 3, 5, 6, 7) kök kanal tedavili bir dişin kırılma dayanımı kadar güçlendirme sağlanabilmiştir.
6. Mekanik olarak değerlendirilen bu tedavi şekillerinin *in-vivo* ortamdaki başarısı ileri çalışmalarla desteklenmelidir.

ÖZET

Amaç: Bu *ex-vivo* çalışmanın amacı; farklı fiber uygulamalarının ve ferrule etkisinin, rezin bazlı simanla birlikte reataçmanı yapılan vertikal kök kırıklı dişlerdeki basma dayanımlarının incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Seksen adet çekilmiş tek köklü premolar diş sekiz gruba rastgele olarak bölünmüştür (n=10). Negatif kontrol grubu sağlam dişleri içermektedir. Pozitif kontrol grubundaki dişlere ise sadece kök kanal tedavisi yapılmıştır. Geri kalan 60 adet kökte vertikal kırık oluşturularak iki eşit parçaya ayrılmıştır. Ayrılan fragmanlar Superbond C&B, kuvars fiber post (D.T. Light- Post), ve/veya cam fiber lifler (Tescera,Bisco) ile kök kanalına uygulanarak ve/veya servikal bölgede ferrule dizaynı oluşturularak restore edilmiştir. Kor yapıları ise kompozit rezinlerle oluşturulmuştur. Örneklere 0.5mm/dk hızda devamlı kuvvet, vertikal olarak kırık oluşuncaya kadar verilmiştir. Kırılma değerleri Newton (N) olarak kaydedilmiştir. İstatistiksel analizler One-way Analysis of Variance (ANOVA) ve Duncan's Multiple Range tests ile yapılmıştır. Kırık tipleri kayıt edilmiş, kırık fragman sayısı ve tamir edilebilirliğine göre sınıflandırılmıştır.

Bulgular: En yüksek ortalama kırılma dayanımı negatif kontrol grubunda elde edilmiştir (1036.7 N). Resin siman ve kuvars fiber post ile restore edilen örnekler, diğer tüm test ve deney gruplarına göre en düşük ortalama kırılma dayanımı göstermiştir (871.9 N) ($P < 0.05$). Resin siman, cam fiber lifleri ve 2mm ferrule dizaynı ile restore edilen örnekler tüm deney grupları arasında en yüksek kırılma dayanımı göstermiştir ve istatistiksel olarak kontrol grubu ile arasında fark yoktur (981.6 N). Örneklerde dört tip kırık tipi gözlenmiştir.

Sonuçlar: Vertikal kök kırıklı dişlerin güçlendirilmesinde, Superbond C&B kullanımı ile birlikte kök kanalına fiber lifler uygulanıp 2 mm ferrule dizaynı oluşturulması iyi bir tedavi seçeneği olabilir.

Anahtar Kelimeler: Basma dayanımı, Kırılma direnci, Fiber lifler, Kuvars fiber, Reataçman, Vertikal kök kırığı

ABSTRACT

Aim The aim of this ex vivo study was to evaluate the effect of different fibre applications and ferrule designs on compressive strength of reattached fragments of vertically fractured roots using a resin based cement.

Methodology Eighty extracted single rooted premolars were instrumented and divided into eight groups. Negative control group (n=10) consisted of intact teeth, whereas the positive control group (n=10) included endodontically treated teeth. The roots of the remaining sixty teeth were vertically fractured into two equal fragments. Separated fragments were reattached using Superbond C&B, quartz fibre posts (D.T. Light-Post) and/or glass fibre bundles (TESCERA, Bisco) in root canals and/or cervical area with 1 or 2 mm ferrule design to constitute six experimental groups (n=10). The core build-ups were created with composite resin. Compressive loading was performed under constant speed of 0.5 mm/min to the specimens until fracture. Mean load to fracture was recorded (Newton) for each sample and analyzed statistically using One-way ANOVA and Duncan's Multiple Range tests. Fracture types were recorded and classified.

Results The highest mean initial fracture load was obtained in the negative control group (1036.7 N), which was significantly higher than that of positive control group (989.7 N) and test groups ($P < 0.05$). The roots reattached with resin cement and quartz fiber posts (871.9 N) had significantly less fracture strength than all other groups ($p < 0.05$). The roots reattached with resin cement and glass fibre bundles with 2 mm ferrule design (981.6 N) had the highest fracture strength among all test groups, which was not significantly different from that of the control groups. Four types of fractures were observed following loadings.

Conclusions Reattachment with fibre bundles in root canals and 2 mm ferrule in the cervical area, and Superbond C&B cement can be a good treatment option for vertically fractured teeth.

Acknowledgements This study was performed in Suleyman Demirel University Faculty of Dentistry and supported by the Scientific Research Projects Coordination Center of Suleyman Demirel University (BAP Project Number: 3978-DU2-14) .

Key Words: Compressive strength, Fracture resistance, Fiber bundles, Quartz fiber, Reattachment, Vertical root fracture.

KAYNAKLAR

1. Rivera EM, Walton RE. Longitudinal tooth fractures: findings that contribute to complex endodontic diagnoses. *Endodontic Topics*. 2007;16(1):82-111.
2. Touré B, Faye B, Kane AW, Lo CM, Niang B, Boucher Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. *Journal of endodontics*. 2011;37(11):1512-5.
3. Tamse A. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: diagnostic signs and clinical management. *Endodontic topics*. 2006;13(1):84-94.
4. Meister Jr F, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1980;49(3):243-53.
5. Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J. An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *Journal of endodontics*. 1999;25(7):506-8.
6. Testori T, Badino M, Castagnola M. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *Journal of Endodontics*. 1993;19(2):87-90.
7. Nizam N, Kaval M, Gürlek Ö, Atila A, Çalışkan M. Intentional replantation of adhesively reattached vertically fractured maxillary single-rooted teeth. *International endodontic journal*. 2015.
8. Özer SY. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *Journal of endodontics*. 2011;37(1):75-9.
9. Özer SY, Ünlü G, Değer Y. Diagnosis and treatment of endodontically treated teeth with vertical root fracture: three case reports with two-year follow-up. *Journal of endodontics*. 2011;37(1):97-102.
10. Hayashi M, Kinomoto Y, Takeshige F, Ebisu S. Prognosis of intentional replantation of vertically fractured roots reconstructed with dentin-bonded resin. *Journal of endodontics*. 2004;30(3):145-8.
11. Rosen H, Partida-Rivera M. Iatrogenic fracture of roots reinforced with a cervical collar. *Operative dentistry*. 1985;11(2):46-50.
12. Walton R, Torabinejad M. Cracked tooth and vertical root fracture. *Principles and practice of endodontics*. 1996;28:474-91.
13. Rivera E, Walton R. Cracking the cracked tooth code: detection and treatment of various longitudinal tooth fractures. *American Association of Endodontists Colleagues for Excellence, Newsletter, Summer*. 2008.
14. Rivera EM, Walton RE. Longitudinal tooth fractures. *Principles and practice of endodontics 4th ed Philadelphia, Pennsylvania: WB Saunders Company*. 2009:108-28.
15. Abou-Rass M. Crack lines: the precursors of tooth fractures—their diagnosis and treatment. *Quintessence Int*. 1983;14(4):437-47.
16. Fennis W, Kuijs RH, Kreulen CM, Roeters F, Creugers N, Burgersdijk R. A survey of cusp fractures in a population of general dental practices. *The International journal of prosthodontics*. 2001;15(6):559-63.
17. Lagouvardos P, Sourai P, Douvitsas G. Coronal fractures in posterior teeth. *Operative dentistry*. 1988;14(1):28-32.
18. Hiatt WH. Incomplete crown-root fracture in pulpal-periodontal disease. *Journal of periodontology*. 1973;44(6):369-79.
19. Cameron CE. Cracked-tooth syndrome. *The Journal of the American Dental Association*. 1964;68(3):405-11.
20. Cameron CE. The cracked tooth syndrome: additional findings. *The Journal of the American Dental Association*. 1976;93(5):971-5.
21. Krell KV, Rivera EM. A six year evaluation of cracked teeth diagnosed with reversible pulpitis: treatment and prognosis. *Journal of endodontics*. 2007;33(12):1405-7.
22. Eakle W, Maxwell E, Braly B. Fractures of posterior teeth in adults. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 1986;112(2):215-8.

23. Roh BD, Lee YE. Analysis of 154 cases of teeth with cracks. *Dental Traumatology*. 2006;22(3):118-23.
24. Tan L, Chen N, Poon C, Wong H. Survival of root filled cracked teeth in a tertiary institution. *International Endodontic Journal*. 2006;39(11):886-9.
25. Ehrmann E, Tyas M. Cracked tooth syndrome: Diagnosis, treatment and correlation between symptoms and post-extraction findings. *Australian dental journal*. 1990;35(2):105-12.
26. Ellis S. Incomplete tooth fracture—proposal for a new definition. *British dental journal*. 2001;190(8):424-8.
27. Burke F. Hemisection: a treatment option for the vertically split tooth. *Dental update*. 1991;19(1):8-12.
28. Helft M, Marshak B. Split root: a common cause of undiagnosed or misdiagnosed pain. *Quintessence international, dental digest*. 1981;12(10):1031-6.
29. Tamse A, Kaffe I, Lustig J, Ganor Y, Fuss Z. Radiographic features of vertically fractured endodontically treated mesial roots of mandibular molars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;101(6):797-802.
30. Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC. *Ingle's endodontics: PMPH-USA; 2008*.
31. Bjørndal L, Reit C. Endodontic malpractice claims in Denmark 1995–2004. *International endodontic journal*. 2008;41(12):1059-65.
32. Rosen E, Tsesis I, Tamse A, Bjørndal L, Taschieri S, Givol N. Medico-legal aspects of vertical root fractures in root filled teeth. *International endodontic journal*. 2012;45(1):7-11.
33. Patel S, Brady E, Wilson R, Brown J, Mannocci F. The detection of vertical root fractures in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. *International endodontic journal*. 2013;46(12):1140-52.
34. Holcomb JQ, Pitts DL, Nicholls JI. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *Journal of endodontics*. 1987;13(6):277-84.
35. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. II. Avulsion of permanent teeth. *Dental Traumatology*. 2007;23(3):130-6.
36. Morfis A. Vertical root fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1990;69(5):631-5.
37. Luebke R. Vertical crown-root fractures in posterior teeth. *Dental Clinics of North America*. 1984;28(4):883-94.
38. Agrawal VS, Kapoor S, Shah NC. An innovative approach for treating vertically fractured mandibular molar-hemisection with socket preservation. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*. 2012;2(2):141.
39. Floratos SG, Kratchman SI. Surgical management of vertical root fractures for posterior teeth: report of four cases. *Journal of endodontics*. 2012;38(4):550-5.
40. Taschieri S, Tamse A, Del Fabbro M, Rosano G, Tsesis I. A new surgical technique for preservation of endodontically treated teeth with coronally located vertical root fractures: a prospective case series. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010;110(6):e45-e52.
41. Pitts DL, Natkin E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. *Journal of endodontics*. 1983;9(8):338-46.
42. Meister F, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1980;49(3):243-53.
43. Lustig JP, Tamse A, Fuss Z. Pattern of bone resorption in vertically fractured, endodontically treated teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2000;90(2):224-7.
44. Farber PA, Green DB. The disappearing amalgam: diagnosis of root fracture. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1973;35(5):673-5.

45. Siskin M, Lommel TJ, Meister F, Gerstein H, Davies EE, Tilk MA. Alveolar bone loss associated with vertical root fractures: report of six cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1978;45(6):909-19.
46. Tamse A, Zilburg I, Halpern J. Vertical root fractures in adjacent maxillary premolars: an endodontic-prosthetic perplexity. *International endodontic journal*. 1998;31(2):127-32.
47. Meister F, Lommel TJ, Gerstein H, Bell WA. An additional clinical observation in two cases of vertical root fracture. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1981;52(1):91-6.
48. Schwarz S, Lohbauer U, Petschelt A, Pelka M. Vertical root fractures in crowned teeth: a report of 32 cases. *Quintessence international (Berlin, Germany)*. 2012;43(1):37-43.
49. Cohen S, Berman LH, Blanco L, Bakland L, Kim JS. A demographic analysis of vertical root fractures. *Journal of endodontics*. 2006;32(12):1160-3.
50. Edlund M, Nair MK, Nair UP. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. *Journal of endodontics*. 2011;37(6):768-72.
51. Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Ganor Y, Kaffe I. Radiographic features of vertically fractured, endodontically treated maxillary premolars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1999;88(3):348-52.
52. Cohen S, Blanco L, Berman L. Vertical root fractures: clinical and radiographic diagnosis. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 2003;134(4):434-41.
53. Tsesis I, Rosen E, Tamse A, Taschieri S, Kfir A. Diagnosis of vertical root fractures in endodontically treated teeth based on clinical and radiographic indices: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2010;36(9):1455-8.
54. Patel S, Horner K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. *International endodontic journal*. 2009;42(9):755-6.
55. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *International journal of dentistry*. 2010;2009.
56. Kambunton J, Janhom A, Prapayasadok S, Pongsiriwet S. Assessment of vertical root fractures using three imaging modalities: cone beam CT, intraoral digital radiography and film. *Assessment*. 2012;41(2).
57. May JJ, Cohenca N, Peters OA. Contemporary management of horizontal root fractures to the permanent dentition: diagnosis—radiologic assessment to include cone-beam computed tomography. *Journal of endodontics*. 2013;39(3):S20-S5.
58. Kamburoğlu K, Murat S, Yüksel SP, Cebeci ARİ, Horasan S. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010;109(2):e74-e81.
59. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Comparison of five cone beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *Journal of endodontics*. 2010;36(1):126-9.
60. Youssefzadeh S, Gahleitner A, Dorffner R, Bernhart T, Kainberger FM. Dental vertical root fractures: value of CT in detection. *Radiology*. 1999;210(2):545-9.
61. Ferreira RI, Bahrami G, Isidor F, Wenzel A, Haiter-Neto F, Groppo FC. Detection of vertical root fractures by cone-beam computerized tomography in endodontically treated teeth with fiber-resin and titanium posts: an in vitro study. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2013;115(1):e49-e57.
62. Khedmat S, Rouhi N, Drage N, Shokouhinejad N, Nekoofar MH. Evaluation of three imaging techniques for the detection of vertical root fractures in the absence and presence of gutta-percha root fillings. *International endodontic journal*. 2012;45(11):1004-9.
63. Varshosaz M, Tavakoli MA, Mostafavi M, Baghban AA. Comparison of conventional radiography with cone beam computed tomography for detection of vertical root fractures: an in vitro study. *Journal of oral science*. 2010;52(4):593-7.
64. Valiozadeh S, Khosravi M, Azizi Z. Diagnostic accuracy of conventional, digital and Cone Beam CT in vertical root fracture detection. *Iranian Endodontic Journal*. 2011;6(1):15-20.

65. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *Journal of endodontics*. 2009;35(5):719-22.
66. Özer SY. Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. *Journal of endodontics*. 2010;36(7):1245-9.
67. Diederichs CG, Engelke W, Richter B, Hermann K-P, Oestmann JW. Must radiation dose for CT of the maxilla and mandible be higher than that for conventional panoramic radiography? *American journal of neuroradiology*. 1996;17(9):1758-60.
68. Ross IF. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. *Journal of endodontics*. 1980;6(5):560-5.
69. Walton RE, Michelich RJ, Smith GN. The histopathogenesis of vertical root fractures. *Journal of endodontics*. 1984;10(2):48-56.
70. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *Journal of Endodontics*. 1989;15(11):512-6.
71. Chan C-P, Tseng S-C, Lin C-P, Huang C-C, Tsai T-P, Chen CC. Vertical root fracture in nonendodontically treated teeth—A clinical report of 64 cases in chinese patients. *Journal of endodontics*. 1998;24(10):678-81.
72. Arakawa S, Cobb CM, Rapley JW, Killoy WJ, Spencer P. Treatment of root fracture by CO₂ and Nd: YAG lasers: an in vitro study. *Journal of endodontics*. 1996;22(12):662-7.
73. Fuss Z, Lustig J, Tamse A. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *International Endodontic Journal*. 1999;32(4):283-6.
74. Zadik Y, Sandler V, Bechor R, Salehrabi R. Analysis of factors related to extraction of endodontically treated teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2008;106(5):e31-e5.
75. Ettinger RL, Qian F. Postprocedural problems in an overdenture population: a longitudinal study. *Journal of endodontics*. 2004;30(5):310-4.
76. Chan C-P, Lin C-P, Tseng S-C, Jeng J-H. Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teethA survey of 315 cases in Chinese patients. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1999;87(4):504-7.
77. Abdo SB, Masudi SaM, Luddin N, Husien A, Khamis MF. Fracture resistance of over-flared root canals filled with MTA and resin-based material: an in vitro study. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2012;11(4):451-7.
78. Vertucci FJ. Management of a vertical root fracture. *Journal of endodontics*. 1985;11(3):126-31.
79. Barkhordar RA, Kempler D, Knapp J. Mesiodistal root fracture: Three case reports. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1988;65(3):343-8.
80. Schettritt A, Steffensen B. Diagnosis and management of vertical root fractures. *Journal (Canadian Dental Association)*. 1995;61(7):607-13.
81. Saw L-H, Messer HH. Root strains associated with different obturation techniques. *Journal of Endodontics*. 1995;21(6):314-20.
82. Barreto MS, Moraes RdA, da Rosa RA, Moreira CHC, Só MVR, Bier CAS. Vertical root fractures and dentin defects: effects of root canal preparation, filling, and mechanical cycling. *Journal of endodontics*. 2012;38(8):1135-9.
83. Llana-Puy MC, Forner-Navarro L, Barbero-Navarro I. Vertical root fracture in endodontically treated teeth: a review of 25 cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2001;92(5):553-5.
84. Fuss Z, Lustig J, Katz A, Tamse A. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *Journal of endodontics*. 2001;27(1):46-8.
85. Cooney JP, Caputo AA, Trabert KC. Retention and stress distribution of tapered-end endodontic posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1986;55(5):540-6.

86. Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. *Journal of endodontics*. 1999;25(2):99-104.
87. Obermayr G, Walton RE, Leary JM, Krell KV. Vertical root fracture and relative deformation during obturation and post cementation. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1991;66(2):181-7.
88. Selden HS. Repair of incomplete vertical root fractures in endodontically treated teeth—in vivo trials. *Journal of endodontics*. 1996;22(8):426-9.
89. Trope M, Ray HL. Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1992;73(1):99-102.
90. Teixeira FB, TEIXEIRA EC, THOMPSON JY, TROPE M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *The Journal of the American Dental Association*. 2004;135(5):646-52.
91. Jainaen A, Palamara J, Messer H. The effect of resin-based sealers on fracture properties of dentine. *International endodontic journal*. 2009;42(2):136-43.
92. Sousa-Neto M, Silva Coelho F, Marchesan M, Alfredo E, Silva-Sousa Y. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er: YAG and Nd: YAG lasers. *International endodontic journal*. 2005;38(12):866-70.
93. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo MP, Ørstavik D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *Journal of endodontics*. 2003;29(9):595-601.
94. Yıldırım AT. Endodontik Tedavi Görmüş Dişlerde Farklı Kanal Patı ve Doldurma Tekniğinin Vertikal Kök Kırığı Direnci Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Yeni Tıp Dergisi*. 2014;31(2):109.
95. Ersev H, Yılmaz B, Pehlivanoğlu E, Özcan-Çalışkan E, Erişen FR. Resistance to vertical root fracture of endodontically treated teeth with MetaSEAL. *Journal of endodontics*. 2012;38(5):653-6.
96. Sornkul E, Stannard JG. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. *Journal of Endodontics*. 1992;18(9):440-3.
97. Haragushiku GA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT, Alfredo E, Silva SC, Silva RG. Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. *Photomedicine and laser surgery*. 2010;28(3):405-10.
98. Chan C-P, Chang S-H, Huang C-C, Wu SK, Huang S-K. Cutaneous sinus tract caused by vertical root fracture. *Journal of endodontics*. 1997;23(9):593-5.
99. Hoen MM, Downs RH, LaBounty GL, Nespeca JA. Osteomyelitis of the maxilla with associated vertical root fracture and *Pseudomonas* infection. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1988;66(4):494-8.
100. Moule AJ, Kahler B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. *Australian dental journal*. 1999;44(2):75-87.
101. Kawai K, Masaka N. Vertical root fracture treated by bonding fragments and rotational replantation. *Dental Traumatology*. 2002;18(1):42-5.
102. Öztürk M, Çelik Ünal G. A successful treatment of vertical root fracture: a case report and 4-year follow-up. *Dental Traumatology*. 2008;24(5):e56-e60.
103. Korte P, Carr Jr J, Cohen J. Vertical root fracture and its relationship to the periodontium. *The Journal of the Michigan Dental Association*. 1979;62(7-8):387-9.
104. Langer B, Stein SD, Wagenberg B. An evaluation of root resections: a ten-year study. *Journal of Periodontology*. 1981;52(12):719-22.
105. Bühler H. Evaluation of root-resected teeth: results after 10 years. *Journal of Periodontology*. 1988;59(12):805-10.
106. Bergman B, Lundquist P, Sjo U. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1989;61(1):10-5.
107. Grippo JO. Abfractions: a new classification of hard tissue lesions of teeth. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 1991;3(1):14-9.
108. Pilo R, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with gates glidden and ParaPost drills. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2000;83(6):617-23.

109. Harvey TE, White JT, Leeb IJ. Lateral condensation stress in root canals. *Journal of endodontics*. 1981;7(4):151-5.
110. Kajan ZD, Taromsari M. Value of cone beam CT in detection of dental root fractures. 2014.
111. Tofangchiha M, Bakhshi M, Shariati M, Valizadeh S, Adel M, Sobouti F. Detection of vertical root fractures using digitally enhanced images: reverse-contrast and colorization. *Dental Traumatology*. 2012;28(6):478-82.
112. Takatsu T, Sano H, Burrow M. Treatment and prognosis of a vertically fractured maxillary molar with widely separated segments: a case report. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. 1995;26(7):479-84.
113. Oliet S. Treating vertical root fractures. *Journal of endodontics*. 1984;10(8):391-6.
114. Kudou Y, Kubota M. Replantation with intentional rotation of a complete vertically fractured root using adhesive resin cement. *Dental Traumatology*. 2003;19(2):115-7.
115. Fidel SR, Sassone L, Álvares GR, Guimarães RPSa, Fidel RAS. Use of glass fiber post and composite resin in restoration of a vertical fractured tooth. *Dental Traumatology*. 2006;22(6):337-9.
116. Friedman S, Moshonov J, Trope M. Resistance to vertical fracture of roots, previously fractured and bonded with glass ionomer cement, composite resin and cyanoacrylate cement. *Dental Traumatology*. 1993;9(3):101-5.
117. Stewart GG. The detection and treatment of vertical root fractures. *Journal of endodontics*. 1988;14(1):47-53.
118. Gutmann J, Rakusin H. Endodontic and restorative management of incompletely fractured molar teeth. *International endodontic journal*. 1994;27(6):343-8.
119. Barkhordar RA. Treatment of vertical root fracture: a case report. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. 1991;22(9):707-9.
120. Hayashi M, Kinomoto Y, Miura M, Sato I, Takeshige F, Ebisu S. Short-term evaluation of intentional replantation of vertically fractured roots reconstructed with dentin-bonded resin. *Journal of endodontics*. 2002;28(2):120-4.
121. Arıkan F, Franko M, Gürkan A. Replantation of a vertically fractured maxillary central incisor after repair with adhesive resin. *International endodontic journal*. 2008;41(2):173-9.
122. Da Silva EJNL, Dos Santos GR, Krebs RL, De Souza Coutinho-Filho T. Surgical alternative for treatment of vertical root fracture: A case report. *Iranian endodontic journal*. 2012;7(1):40.
123. Grossman LI. Intentional replantation of teeth. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 1966;72(5):1111.
124. Kingsbury Jr B, Wiesenbaugh Jr J. Intentional replantation of mandibular premolars and molars. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 1971;83(5):1053.
125. Bender I, Rossman LE. Intentional replantation of endodontically treated teeth. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1993;76(5):623-30.
126. Asgary S, Marvasti LA, Kolahdouzan A. Indications and case series of intentional replantation of teeth. *Iranian endodontic journal*. 2014;9(1):71.
127. Aqrabawi J. Five-year follow-up of successful intentional replantation. *Dental update*. 1999;26(9):388-90.
128. Arun A. Palato-gingival groove (PGG)-An enigma. *International Journal of Contemporary Dentistry*. 2010;1(2).
129. Peer M. Intentional replantation—a 'last resort'treatment or a conventional treatment procedure? Nine case reports. *Dental Traumatology*. 2004;20(1):48-55.
130. Andreasen J, Borum M, Jacobsen H, Andreasen F. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Dental Traumatology*. 1995;11(2):76-89.
131. Asgary S, Eghbal MJ, Ehsani S. Periradicular regeneration after endodontic surgery with calcium-enriched mixture cement in dogs. *Journal of endodontics*. 2010;36(5):837-41.
132. Baltacıoglu E, Tasdemir T, Yuva P, Çelik D, Sukuroglu E. Intentional replantation of periodontally hopeless teeth using a combination of enamel matrix derivative and demineralized freeze-dried bone allograft. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2011;31(1):75-81.

133. Unver S, Onay E, Ungor M. Intentional re-plantation of a vertically fractured tooth repaired with an adhesive resin. *International endodontic journal*. 2011;44(11):1069-78.
134. Wang Z, Heffernan M, Vann WF. Management of a complicated crown-root fracture in a young permanent incisor using intentional replantation. *Dental Traumatology*. 2008;24(1):100-3.
135. Raghoobar GM, Vissink A. Results of intentional replantation of molars. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 1999;57(3):240-4.
136. Choi Y, Bae J, Kim Y, Kim H, Kim S, Cho B. Clinical outcome of intentional replantation with preoperative orthodontic extrusion: a retrospective study. *International endodontic journal*. 2014;47(12):1168-76.
137. Messkouk M. Intentional replantation: a successful alternative for hopeless teeth. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1991;71(6):743-7.
138. Lu DP. Intentional replantation of periodontally involved and endodontically mistreated tooth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1986;61(5):508-13.
139. Kratchman S. Intentional replantation. *Dental Clinics of North America*. 1997;41(3):603-17.
140. Tang P-M, Chan C-P, Huang S-K, Huang C-C. Intentional replantation for iatrogenic perforation of the furcation: a case report. *Quintessence international (Berlin, Germany)*. 1996;27(10):691-6.
141. Demiralp B, Nohutçu RM, Tepe DI, Eratalay K. Intentional replantation for periodontally involved hopeless teeth. *Dental Traumatology*. 2003;19(1):45-51.
142. Ward J. Intentional replantation of a lower premolar. *Australian Endodontic Journal*. 2004;30(3):99-102.
143. Martins WD, WESTPHALEN VPD, Perin CP, DA SILVA N, XAVIER U, WESTPHALEN FH. Treatment of extrusive luxation by intentional replantation. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2007;17(2):134-8.
144. Dryden JA, Arens DE. Intentional replantation. A viable alternative for selected cases. *Dental Clinics of North America*. 1994;38(2):325-53.
145. Hiltz J, Trope M. Vitality of human lip fibroblasts in milk, Hanks balanced salt solution and Viaspan storage media. *Dental Traumatology*. 1991;7(2):69-72.
146. Morris ML, Moreinis A, Patel R, Prestup A. Factors affecting healing after experimentally delayed tooth transplantation. *Journal of endodontics*. 1981;7(2):80-4.
147. Shintani S, Tsuji M, Toyosawa S, Ooshima T. Intentional replantation of an immature permanent lower incisor because of a refractory peri-apical lesion: case report and 5-year follow-up. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2004;14(3):218-22.
148. Andreasen J, Hjørting-Hansen E. Replantation of teeth. I. Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontologica*. 1966;24(3):263-86.
149. Brown L. *The new shorter Oxford English dictionary on historical principles*: Clarendon Press Oxford; 1993.
150. Stankiewicz N, Wilson P. The ferrule effect: a literature review. *International endodontic journal*. 2002;35(7):575-81.
151. Barkhordar RA, Radke R, Abbasi J. Effect of metal collars on resistance of endodontically treated teeth to root fracture. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1989;61(6):676-8.
152. Joseph J, Ramachandran G. Fracture resistance of dowel channel preparations with various dentin thickness. *Federation of operative dentistry*. 1990;1(1):32-5.
153. Hemmings K, King P, Setchell D. Resistance to torsional forces of various post and core designs. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1991;66(3):325-9.
154. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1990;63(5):529-36.
155. Libman WJ, Nicholls JI. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *The International journal of prosthodontics*. 1994;8(2):155-61.
156. Torbjörner A, Karlsson S, Ödman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1995;73(5):439-44.

157. Isidor F, Brøndum 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. *The International journal of prosthodontics*. 1998;12(1):78-82.
158. Al-Hazaimeh N, Gutteridge D. An in vitro study into the effect of the ferrule preparation on the fracture resistance of crowned teeth incorporating prefabricated post and composite core restorations. *International Endodontic Journal*. 2001;34(1):40-6.
159. Cheung G, Chan T. Long-term survival of primary root canal treatment carried out in a dental teaching hospital. *International endodontic journal*. 2003;36(2):117-28.
160. Tan PL, Aquilino SA, Gratton DG, Stanford CM, Tan SC, Johnson WT, et al. In vitro fracture resistance of endodontically treated central incisors with varying ferrule heights and configurations. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2005;93(4):331-6.
161. Ferrario V, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia G. Single tooth bite forces in healthy young adults. *Journal of oral rehabilitation*. 2004;31(1):18-22.
162. Da Silva NR, Raposo LHA, Versluis 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. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2010;104(5):306-17.
163. Pereira JR, Valle ALd, Shiratori FK, Ghizoni JS, Melo MPd. Influence of intraradicular post and crown ferrule on the fracture strength of endodontically treated teeth. *Brazilian dental journal*. 2009;20(4):297-302.
164. Hu S, Osada T, Shimizu T, Warita K, Kawawa T. Resistance to cyclic fatigue and fracture of structurally compromised root restored with different post and core restorations. *Dental materials journal*. 2005;24(2):225-31.
165. Pereira JR, De Ornelas F, Conti PCR, Do Valle AL. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2006;95(1):50-4.
166. Ma PS, Nicholls JI, Junge T, Phillips KM. Load fatigue of teeth with different ferrule lengths, restored with fiber posts, composite resin cores, and all-ceramic crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2009;102(4):229-34.
167. Lima AFd, Spazzin AO, Galafassi D, Correr-Sobrinho L, Carlini-Júnior B. Influence of ferrule preparation with or without glass fiber post on fracture resistance of endodontically treated teeth. *Journal of Applied Oral Science*. 2010;18(4):360-3.
168. Ng C, Al-Bayat M, Dumbrigue H, Griggs J, Wakefield C. Effect of no ferrule on failure of teeth restored with bonded posts and cores. *GENERAL DENTISTRY*. 2004;52(2):143-7.
169. Sivers J, Johnson G. Periodontal and restorative considerations for crown lengthening. *Quintessence international (Berlin, Germany)*. 1985;16(12):833-6.
170. Fugazzotto P, Parma-Benfenati S. Preprosthetic periodontal considerations. Crown length and biologic width. *Quintessence international, dental digest*. 1984;15(12):1247-56.
171. Pierrisnard L, Bohin F, Renault P. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;88(4):442-8.
172. Eraslan O, Aykent F, Yücel MT, Akman S. The finite element analysis of the effect of ferrule height on stress distribution at post-and-core-restored all-ceramic anterior crowns. *Clinical oral investigations*. 2009;13(2):223-7.
173. Ichim I, Kuzmanovic D, Love R. A finite element analysis of ferrule design on restoration resistance and distribution of stress within a root. *International Endodontic Journal*. 2006;39(6):443-52.
174. Schmitter M, Rammelsberg P, Lenz J, Scheuber S, Schweizerhof K, Rues S. Teeth restored using fiber-reinforced posts: in vitro fracture tests and finite element analysis. *Acta biomaterialia*. 2010;6(9):3747-54.
175. Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *Journal of endodontics*. 2012;38(1):11-9.

176. Belli S, Erdemir A, Ozcopur M, Eskitascioglu G. The effect of fibre insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite. *International Endodontic Journal*. 2005;38(2):73-80.
177. Belli S, Erdemir A, Yildirim C. Reinforcement effect of polyethylene fibre in root-filled teeth: comparison of two restoration techniques. *International Endodontic Journal*. 2006;39(2):136-42.
178. Ravnholt G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. 1999.
179. Duret B, Reynaud M, Duret F. [New concept of coronaradicular reconstruction: the Composipost (1)]. *Le Chirurgien-Dentiste de France*. 1990;60(540):131-41 contd.
180. Boudrias P, Sakkal S, Petrova Y. Anatomical post design meets quartz fiber technology: rationale and case report. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*. 2001;22(4):337-40, 42, 44 passim; quiz 50.
181. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*. 2003;24(21):3795-803.
182. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *Journal of Dental Research*. 2000;79(6):1385-91.
183. Tezvergil A, Lassila L, Vallittu P. The shear bond strength of bidirectional and random-oriented fibre-reinforced composite to tooth structure. *Journal of dentistry*. 2005;33(6):509-16.
184. Hsu Y-B, Nicholls JI, Phillips KM, Libman WJ. Effect of core bonding on fatigue failure of compromised teeth. *The International journal of prosthodontics*. 2001;15(2):175-8.
185. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *Journal of dentistry*. 1999;27(4):275-8.
186. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent*. 2000;13(Spec No):15B-8B.
187. Bateman G, Ricketts D, Saunders W. Fibre-based post systems: a review. *British Dental Journal*. 2003;195(1):43-8.
188. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Australian dental journal*. 2011;56(s1):77-83.
189. Yoldas O, Akova T, Uysal H. An experimental analysis of stresses in simulated flared root canals subjected to various post-core applications. *Journal of oral rehabilitation*. 2005;32(6):427-32.
190. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2005;94(4):321-9.
191. Katebzadeh N, Clark Dalton B, Trope M. Strengthening immature teeth during and after apexification. *Journal of Endodontics*. 1998;24(4):256-9.
192. 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. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2006;95(5):368-78.
193. Keçeci A, Taç A. Kuartz Fiber Yapıda Bir Post Materyalin Üç Farklı Vakada Uygulanması. *Türk Dişhekimliği Dergisi*. 2005;12(62):201-4.
194. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003;89(4):360-7.
195. 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. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1999;81(3):262-9.
196. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;87(4):431-7.
197. 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. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1998;80(5):527-32.
198. Vallittu P. The effect of glass fiber reinforcement on the fracture resistance of a provisional fixed partial denture. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1998;79(2):125-30.

199. Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. *Operative dentistry*. 1986;12(2):53-78.
200. Galhano GÁ, Valandro LF, De Melo RM, Scotti R, Bottino MA. Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz fiber-, and glass fiber-based posts. *Journal of endodontics*. 2005;31(3):209-11.
201. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dental materials*. 2005;21(5):437-44.
202. Ishida H. Structural gradient in the silane coupling agent layers and its influence on the mechanical and physical properties of composites: Springer; 1985.
203. Duret B, Reynaud M, Duret F. A new concept of corono-radicular reconstruction, the Compositopost (2). *Le Chirurgien-dentiste de France*. 1990;60(542):69.
204. Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dental Materials*. 2006;22(8):752-8.
205. Dietschi D, Romelli M, Goretti A. Adaptation of adhesive posts and cores to dentin after fatigue testing. *The International journal of prosthodontics*. 1996;10(6):498-507.
206. Kurtz J, Perdigão J, Geraldini S, Hodges JS, Bowles WR. Bond strengths of tooth-colored posts, effect of sealer, dentin adhesive, and root region. *American journal of dentistry*. 2003;16:31A-6A.
207. Isidor F, Odman P, Brøndum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *The International journal of prosthodontics*. 1995;9(2):131-6.
208. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials*. 2002;23(13):2667-82.
209. Lassila LV, Tezvergil A, Lahdenperä M, Alander P, Shinya A, Shinya A, et al. Evaluation of some properties of two fiber-reinforced composite materials. *Acta Odontologica*. 2005;63(4):196-204.
210. Çal NE, Hersek N, Sahin E. Water sorption and dimensional changes of denture base polymer reinforced with glass fibers in continuous unidirectional and woven form. *The International journal of prosthodontics*. 1999;13(6):487-93.
211. Vallittu PK. A Review of Fiber-Reinforced Denture Base Resins. *Journal of Prosthodontics*. 1996;5(4):270-6.
212. Nağaç IÇ, Uzun G. Position of fiber-reinforced composites in prosthetic applications. Article in Turkish] *Hacettepe Diş Hek Fak Derg*. 2009;33:49-60.
213. Vallittu PK. Compositional and weave pattern analyses of glass fibers in dental polymer fiber composites. *Journal of Prosthodontics*. 1998;7(3):170-6.
214. Teixeira EC, Teixeira FB, Piasick JR, Thompson JY. An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137(7):1006-12.
215. Aşçı SK. ENDODONTİ.
216. Freilich MA, Meiers JC. Fiber-reinforced composite prostheses. *Dental Clinics of North America*. 2004;48(2):545-62.
217. Jagger D, Harrison A, Jandt K. The reinforcement of dentures. *Journal of oral rehabilitation*. 1999;26(3):185-94.
218. Tanner J, Robinson C, Söderling E, Vallittu P. Early plaque formation on fibre-reinforced composites in vivo. *Clinical oral investigations*. 2005;9(3):154-60.
219. Ellakwa AE, Shortall AC, Marquis PM. Influence of fiber type and wetting agent on the flexural properties of an indirect fiber reinforced composite. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;88(5):485-90.
220. Belli S, Cobankara FK, Eraslan O, Eskitascioglu G, Karbhari V. The effect of fiber insertion on fracture resistance of endodontically treated molars with MOD cavity and reattached fractured lingual cusps. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2006;79(1):35-41.
221. Ladizesky N, Ho C, Chow T. Reinforcement of complete denture bases with continuous high performance polyethylene fibers. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1992;68(6):934-9.

222. Berrong JM, Weed RM, Young JM. Fracture resistance of Kevlar-reinforced poly (methyl methacrylate) resin: a preliminary study. *The International journal of prosthodontics*. 1989;3(4):391-5.
223. Lee K, Kelly D, Kennedy Jr G. Pulmonary response to inhaled Kevlar aramid synthetic fibers in rats. *Toxicology And Applied Pharmacology*. 1983;71(2):242-53.
224. Cagidiaco MC, Radovic I, Simonetti M, Tay F, Ferrari M. Clinical performance of fiber post restorations in endodontically treated teeth: 2-year results. *The International journal of prosthodontics*. 2006;20(3):293-8.
225. Fredriksson M, Astbäck J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1998;80(2):151-7.
226. Glazer B. Restoration of endodontically treated teeth with carbon fibre posts—a prospective study. *Journal-canadian dental association*. 2000;66(11):613-8.
227. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *The International journal of prosthodontics*. 2004;18(5):399-404.
228. Posts RER. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *The International journal of prosthodontics*. 2003;16(1):39.
229. Posts T-F. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. *The International journal of prosthodontics*. 2003;16(6):593.
230. Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, Barone M, Angiero F, Ravera G. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *Journal of dentistry*. 2009;37(2):115-21.
231. Sterzenbach G, Franke A, Naumann M. Rigid versus flexible dentine-like endodontic posts—clinical testing of a biomechanical concept: Seven-year results of a randomized controlled clinical pilot trial on endodontically treated abutment teeth with severe hard tissue loss. *Journal of endodontics*. 2012;38(12):1557-63.
232. Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M, Watson TF, Ford TP. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;88(3):297-301.
233. Hedlund SO, Johansson NG, Sjögren G. A retrospective study of pre-fabricated carbon fibre root canal posts. *Journal of oral rehabilitation*. 2003;30(10):1036-40.
234. Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. *The International journal of prosthodontics*. 2002;16(6):593-6.
235. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *The International journal of prosthodontics*. 2002;16(1):39-44.
236. Naumann M, Blankenstein F, Dietrich T. Survival of glass fibre reinforced composite post restorations after 2 years—an observational clinical study. *Journal of dentistry*. 2005;33(4):305-12.
237. Schmitter M, Rammelsberg P, Gabbert O, Ohlmann B. Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: a randomized clinical trial. *The International journal of prosthodontics*. 2006;20(2):173-8.
238. Naumann M, Blankenstein F, Kießling S, Dietrich T. Risk factors for failure of glass fiber-reinforced composite post restorations: a prospective observational clinical study. *European journal of oral sciences*. 2005;113(6):519-24.
239. Piovesan EM, Demarco FF, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Survival rates of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced custom posts and cores: a 97-month study. *The International journal of prosthodontics*. 2006;20(6):633-9.
240. Mehta S, Millar B. A comparison of the survival of fibre posts cemented with two different composite resin systems. *British dental journal*. 2008;205(11):E23-E.
241. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year Survival Evaluation for Glass-fiber-supported Postendodontic Restoration: A Prospective Observational Clinical Study. *Journal of Endodontics*. 2012;38(4):432-5.

242. Kurt EÇ, ÖzdoğanMS, Yılmaz H. Seromerler ve fiberle güçlendirilmiş kompozitler. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2006;2006(2).
243. Sengun A, Cobankara FK, Orucoglu H. Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. *Dental Traumatology*. 2008;24(2):214-9.
244. Oskoe PA, Ajami AA, Navimipour EJ, Oskoe SS, Sadjadi J. The effect of three composite fiber insertion techniques on fracture resistance of root-filled teeth. *Journal of endodontics*. 2009;35(3):413-6.
245. Rodrigues FB, Paranhos MPG, Spohr AM, Oshima HMS, Carlini B, Burnett Jr L. Fracture resistance of root filled molar teeth restored with glass fibre bundles. *International endodontic journal*. 2010;43(5):356-62.
246. Akman S, Akman M, Eskitascioglu G, Belli S. Influence of several fibre-reinforced composite restoration techniques on cusp movement and fracture strength of molar teeth. *International endodontic journal*. 2011;44(5):407-15.
247. Yıkılğan İ, Bala O. Endodontik tedavi görmüş dişlerin konservatif restorasyonları. *Acta Odontologica Turcica*. 2013;30(1):44.
248. Rou W, Chang P, Imai Y. A new method for the evaluation of the wear of restorative materials on Class V cavity. *Dental materials journal*. 1988;7(2):206.
249. Shinkai K, Suzuki S, Leinfelder KF, Katoh Y. Effect of surface-penetrating sealant on wear resistance of luting agents. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. 1994;25(11):767-71.
250. Nakamura M, Koizumi H, Nishimaki M. Clinical application of a tri-n-butylborane initiated adhesive resin filled with pre-polymerized composite particles. *Asian Pacific journal of dentistry: APJD*. 2011;11(2):61-5.
251. Tsuchiya Y, Muramatsu T, Masaoka T, Hashimoto S, Shimono M. Effect of the dental adhesive, 4-META/MMA-TBB resin, on adhesion and keratinization of regenerating oral epithelium. *Journal of periodontal research*. 2009;44(4):496-502.
252. Komine F, Tomic M, Gerds T, Strub JR. Influence of different adhesive resin cements on the fracture strength of aluminum oxide ceramic posterior crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2004;92(4):359-64.
253. Eldeniz A. Effect of Er; Cr; YSGG Laser Treatment on Bond Strengths of Four Resin Cements to Root Canal Dentin. 81st General Session of the International Association for Dental Research. 2003.
254. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Bonding durability of two resin cements to human coronal dentin. 2004.
255. Maeda H, Hashiguchi I, Nakamuta H, Toriya Y, Wada N, Akamine A. Histological study of periapical tissue healing in the rat molar after retrofilling with various materials. *Journal of endodontics*. 1999;25(1):38-42.
256. Kiyomura M. Bonding strength to bovine dentin with 4-META/MMA-TBB resin. Long-term stability and influence of water. *J Jpn Dent Mater*. 1987;6:860-72.
257. Nakabayashi N, Takarada K. Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dental Materials*. 1992;8(2):125-30.
258. Nakabayashi N, Ashizawa M, Nakamura M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. 1992;23(2):135-41.
259. Noguchi H, Sugaya T, Kato H. Treatment of vertically fractured root by cohesion. 2. Histological evaluations on cohesion with adhesive resin cement and replantation. *Jpn J Conserv Dent*. 1997;40:1453-60.
260. Kawamura N. Influence of curing conditions on tissue reaction to the 4-META/MMA-TBB resin. *Jpn J Conserv Dent*. 2003;46:853-9.
261. Takarada K, Kojima M, Ishihara K, Nakabayashi N. [Durability of bonding between 4-META/MMA-TBB resin to dentin pretreated with 10-3. The effect of 10-3 pretreating period and subsequent glutaraldehyde treatment]. *Shika zairyō, kikai= Journal of the Japanese Society for Dental Materials and Devices*. 1990;9(6):831-40.

262. Yamamoto T, Ohtsuki H, Arata M, Doi J, Nishitani Y, Yoshiyama M. Adhesion of 4-META/MMA-TBB to carious dentin. IADR-Baltimore, Abstr# 498, Mar. 2005;5.
263. Sugaya T, Noguchi H, Miyaji H, Kawanami M. Prognosis of periradicular surgery using 4-META/MMA-TBB resin as root-end sealant. Dent Res. 2003;82.
264. Sugaya T. Clinical evaluation of 4-META/MMA-TBB resin as a root-end sealant following apicoectomy. Jpn J Conserv Dent. 2002;45:62-7.
265. Nakamura M, Inoue T, Shimono M. Immunohistochemical study of dental pulp applied with 4-META/MMA-TBB adhesive resin after pulpotomy. Journal of biomedical materials research. 2000;51(2):241-8.
266. Masaka N. Long-term observation of fractured tooth roots preserved by adhesion. Adhesion Dent. 1995;13:156-70.
267. Sugaya T, Kawanami M, Noguchi H, Kato H, Masaka N. Periodontal healing after bonding treatment of vertical root fracture. Dental Traumatology. 2001;17(4):174-9.
268. Wenzel A, Haiter-Neto F, Frydenberg M, Kirkevang L-L. Variable-resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2009;108(6):939-45.
269. Ozcopur B, Akman S, Eskitascioglu G, Belli S. The effect of different posts on fracture strength of roots with vertical fracture and re-attached fragments. Journal of oral rehabilitation. 2010;37(8):615-23.
270. Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA, Ho R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. The Journal of prosthetic dentistry. 1997;78(1):10-4.
271. Turner C. Post-retained crown failure: a survey. Dental update. 1982;9(4):221, 4.
272. Al-Wahadni AM, Hamdan S, Al-Omiri M, Hammad MM, Hatamleh MM. Fracture resistance of teeth restored with different post systems: in vitro study. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2008;106(2):e77-e83.
273. Sagsen B, Zortuk M, Ertas H, Er O, Demirbuga S, Arslan H. In vitro fracture resistance of endodontically treated roots filled with a bonded filling material or different types of posts. Journal of endodontics. 2013;39(11):1435-7.
274. Şen BH, Özer SY, Kaya S, Adigüzel Ö. Influence of fiber-reinforced composites on the resistance to fracture of vertically fractured and reattached fragments. Journal of endodontics. 2011;37(4):549-53.
275. Abou-Rass M. Post and core restoration of endodontically treated teeth. Current opinion in dentistry. 1992;2:99-107.
276. Kovarik RE, Breeding LC, Caughman WF. Fatigue life of three core materials under simulated chewing conditions. The Journal of prosthetic dentistry. 1992;68(4):584-90.
277. Tjan AH, Grant BE, Dunn JR. Microleakage of composite resin cores treated with various dentin bonding systems. The Journal of prosthetic dentistry. 1991;66(1):24-9.
278. Patel A, Gutteridge D. An in vitro investigation of cast post and partial core design. Journal of dentistry. 1996;24(4):281-7.
279. Reagan SE, Fruits TJ, Van Brunt CL, Ward CK. Effects of cyclic loading on selected post-and-core systems. Quintessence international (Berlin, Germany: 1985). 1999;30(1):61-7.
280. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. Journal of Endodontics. 2007;33(7):856-8.
281. Jainaen A, Palamara J, Messer H. Push-out bond strengths of the dentine–sealer interface with and without a main cone. International Endodontic Journal. 2007;40(11):882-90.
282. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? Journal of Endodontics. 1992;18(7):332-5.
283. Sherfudhin H, Hobeich J, Carvalho CA, Aboushelib MN, Sadig W, Salameh Z. Effect of different ferrule designs on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated teeth restored with fiber posts and all-ceramic crowns. Journal of Applied Oral Science. 2011;19(1):28-33.

284. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dental Materials*. 2006;22(5):477-85.
285. Trope M. Clinical management of the avulsed tooth: present strategies and future directions. *Dental Traumatology*. 2002;18(1):1-11.
286. Mishra L, Kumar M. Rehabilitation of Fractured Tooth by a Custom Made Fibre Reinforced Composite Post. *Int j odontostomatol(Print)*. 2012;6(3):323-6.
287. Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Valle AL. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fibre posts. *International dental journal*. 2007;57(3):153-60.
288. Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1984;51(6):780-4.
289. Saygili G, Sahmali S, Demirel F. The effect of placement of glass fibers and aramid fibers on the fracture resistance of provisional restorative materials. *Operative dentistry*. 2003;28(1):80-5.
290. Friskopp J, Blomlof L. Intermediate fiberglass splints. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1984;51(3):334-7.
291. Qualtrough A, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a review. *Operative Dentistry*. 2003;28(1):86-91.
292. Kimmel S. Restoration and reinforcement of endodontically treated teeth with a polyethylene ribbon and prefabricated fiberglass post. *General dentistry*. 1999;48(6):700-6.
293. Hornbrook D, Hastings J. Use of bondable reinforcement fiber for post and core build-up in an endodontically treated tooth: maximizing strength and aesthetics. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*. 1994;7(5):33-42; quiz 4.
294. Maccari PC, Oshima HM, Burnett LH, Shinkai RS. Fracture strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2007;19(1):30-6.
295. Caputo AA, Standlee JP. *Biomechanics in clinical dentistry*: Quintessence Publishing (IL); 1987.
296. Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *American journal of dentistry*. 2008(20):353-60.
297. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *The International journal of prosthodontics*. 2007;21(4):328-36.
298. Dallari A, Rovatti L. Six years of in vitro/in vivo experience with Composipost. *Compendium of continuing education in dentistry*(Jamesburg, NJ: 1995) Supplement. 1995(20):S57-63.
299. Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *American journal of dentistry*. 2007;20(5):287.
300. Mannocci F, 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(2):153-8.
301. Davy D, Dilley G, Krejci R. Determination of stress patterns in root-filled teeth incorporating various dowel designs. *Journal of Dental Research*. 1981;60(7):1301-10.
302. Büttel L, Krastl G, Lorch H, Naumann M, Zitzmann N, Weiger R. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *International endodontic journal*. 2009;42(1):47-53.
303. Sokol DJ. Effective use of current core and post concepts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1984;52(2):231-4.
304. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: A review. *The International journal of prosthodontics*. 2000;14(4):355-63.
305. Burns DA, Krause WR, Douglas HB, Burns DR. Stress distribution surrounding endodontic posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1990;64(4):412-8.
306. Giovani AR, Vansan LP, de Sousa Neto MD, Paulino SM. In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2009;101(3):183-8.
307. Cecchin D, Farina AP, Guerreiro CAM, Carlini- Junior B. Fracture resistance of roots prosthetically restored with intra-radicular posts of different lengths. *Journal of oral rehabilitation*. 2010;37(2):116-22.

308. Franco ÉB, do Valle AL, de Almeida ALPF, Rubo JH, Pereira JR. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber posts of different lengths. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014;111(1):30-4.
309. Sugaya T, Nakatsuka M, Inoue K, Tanaka S, Miyaji H, Sakagami R, et al. Comparison of Fracture Sites and Post Lengths in Longitudinal Root Fractures. *Journal of endodontics*. 2015;41(2):159-63.
310. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *Journal of endodontics*. 2007;33(4):391-8.
311. Crysanticagidiaco M, Franklingarcia-Godoy D, Alessandrovichi D. Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *Dent*. 2008;21:179-84.
312. 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. *Dental Materials*. 2005;21(2):75-82.
313. Mohammadi N, Kahnamoii MA, Yeganeh PK, Navimipour EJ. Effect of fiber post and cusp coverage on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars directly restored with composite resin. *Journal of endodontics*. 2009;35(10):1428-32.
314. Karaarslan ES, Ertas E, Ozsevik S, Usumez A. Conservative approach for restoring posterior missing tooth with fiber reinforcement materials: four clinical reports. *European journal of dentistry*. 2011;5(4):465.
315. Eskitaşcıoğlu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *Journal of Endodontics*. 2002;28(9):629-33.
316. Lassila LV, Tanner J, Le Bell A-M, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dental Materials*. 2004;20(1):29-36.
317. Mannocci F, Sherriff M, Watson T, Vallittu P. Penetration of bonding resins into fibre-reinforced composite posts: a confocal microscopic study. *International endodontic journal*. 2005;38(1):46-51.
318. Fokkinga WA, Kreulen CM, Bell-Rönnlöf L, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. In vitro fracture behavior of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems. *European journal of oral sciences*. 2006;114(3):250-6.
319. Genovese K, Lamberti L, Pappalettere C. Finite element analysis of a new customized composite post system for endodontically treated teeth. *Journal of biomechanics*. 2005;38(12):2375-89.
320. Dyer SR, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. *Dental Materials*. 2004;20(10):947-55.
321. Tanoue N, Nagano K, Shiono H, Matsumura H. Application of a pre-impregnated fiber-reinforced composite in the fabrication of an indirect dowel-core. *J Oral Sci*. 2007;49(2):179-82.
322. Fraga R, Chaves B, Mello G, JF Jr S. Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. *Journal of oral rehabilitation*. 1998;25(11):809-13.
323. Kremeier K, Fasen L, Klaiber B, Hofmann N. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dental Materials*. 2008;24(5):660-6.
324. Da Costa RG, De Moraes ECC, Leão MP, Bindo MJF, Campos EA, Correr GM. Three-year follow up of customized glass fiber esthetic posts. *European journal of dentistry*. 2011;5(1):107.
325. Rosen H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1961;11(5):973-86.
326. 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. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2004;92(2):155-62.

327. Al-Omiri M, Al-Wahadni A. An ex vivo study of the effects of retained coronal dentine on the strength of teeth restored with composite core and different post and core systems. *International endodontic journal*. 2006;39(11):890-9.
328. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1990;64(4):419-24.
329. Saupe WA, Gluskin AH, Radke Jr RA. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. 1996;27(7):483-91.
330. Mezzomo E, Massa F, Libera S. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. 2003;34(4):301-6.
331. Naumann M, Preuss A, Rosentritt M. Effect of incomplete crown ferrules on load capacity of endodontically treated maxillary incisors restored with fiber posts, composite build-ups, and all-ceramic crowns: an in vitro evaluation after chewing simulation. *Acta Odontologica*. 2006;64(1):31-6.
332. Ferrari M, Cagidiaco M, Grandini S, De Sanctis M, Goracci C. Post placement affects survival of endodontically treated premolars. *Journal of dental research*. 2007;86(8):729-34.
333. Ambica K, Mahendran K, Talwar S, Verma M, Padmini G, Periasamy R. Comparative evaluation of fracture resistance under static and fatigue loading of endodontically treated teeth restored with carbon fiber posts, glass fiber posts, and an experimental dentin post system: an in vitro study. *Journal of endodontics*. 2013;39(1):96-100.
334. Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Soares PV, Saltarelo RC, Soares CJ, Martins LRM. Influence of ferrule, post system, and length on biomechanical behavior of endodontically treated anterior teeth. *Journal of endodontics*. 2014;40(1):119-23.
335. 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. *Journal of endodontics*. 2006;32(4):328-30.

ÖZGEÇMİŞ

1. Genel Bilgiler:

Adı Soyadı : Safa KURNAZ

Doğum Tarihi ve Yeri : 18.07.1988 – Elbistan/KAHRAMANMARAŞ

E-Posta : safakurnaz@hotmail.com

2. Eğitim Bilgileri:

Öğrenim Dönemi	Derece	Okul	Öğrenim Alanı
1994-1997 1997-1999	İlköğretim	İstiklal İlköğretim Okulu- AEL İlköğretim Okulu/ELBİSTAN	
1999-2002	Ortaöğretim	Özel Ceyhan İlköğretim Okulu/ELBİSTAN	
2002-2004 2004-2006	Lise	Malatya Fen Lisesi/MALATYA- Özel Kahramankent Lisesi/KAHRAMANMARAŞ	
2006-2011	Lisans + Y.Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi/ISPARTA	Diş Hekimliği
2008-2009	Lisans + Y.Lisans	Oulu Üniversitesi/ Oulu/ FİNLANDİYA	Diş Hekimliği

3. Uzmanlık Eğitimi:

Görev Dönemi	Unvan	Üniversite	Bölüm
2012-2015	Uzmanlık / Araştırma Görevlisi	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi/ISPARTA	Endodonti

T.C
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

SAYI : 72867572/050/ 893

KONU : Etik Kurul Kararı

03 Mart 2014

Sayın Prof.Dr. Ayşe Diljin KEÇECİ
Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı

Sorumlu araştırmacı olduğunuz “Vertikal kök kırıklarının 4-META/MMA-TBB (4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride in methyl methacrylate initiated by tri-n-butyl borane) bazlı rezin siman ve farklı fiber materyalleri kullanarak restore edilmesi” isimli çalışmanızın kurulumuz tarafından uygun görüldüğüne ilişkin 26.02.2014 tarih ve 31 sayılı Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı yazımız ekinde gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof. Dr. Mustafa AKÇAM
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

EKİ: 1 Adet Etik Kurulu Kararı (2 Sayfa)

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

Araştırmanın Açık Adı Araştırmanın Protokol Kodu	Vertikal kök kırıklarının 4-META/MMA-TBB (4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride in methyl methacrylate initiated by tri-n-butyl borane) bazlı rezin siman ve farklı fiber materyalleri kullanarak restore edilmesi (26.02.2014 tarih ve 31 sayılı karar)
---	---


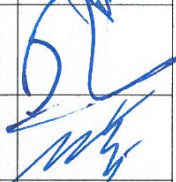
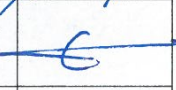
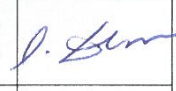



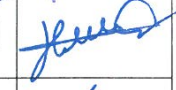



ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı
	AÇIK ADRESİ:	S.D.Ü. Doğu Kampüsü Tıp Fakültesi Dekanlığı Binası – ISPARTA
	TELEFON	246.2113704
	FAKS	246.2371165
	E-POSTA	tipetik@sdu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Sorumlu : Prof. Dr. Ayşe Diljin KEÇECİ Yardımcı : Arş. Gör. Safa KURNAZ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Endodonti			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı			
	DESTEKLEYİCİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
		Gözlemsel ilaç çalışması	<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz : Deneysel Klinik Çalışma					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ		
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	14.02.2014		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>		
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	İLAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ DİĞER	<input type="checkbox"/>		

Prof. Dr. Mustafa AKÇAM
Etik Kurul Başkanı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

Araştırmanın Açık Adı Araştırmanın Protokol Kodu		Vertikal kök kırıklarının 4-META/MMA-TBB (4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride in methyl methacrylate initiated by tri-n-butyl borane) bazlı rezin siman ve farklı fiber materyalleri kullanarak restore edilmesi							
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 31		Tarih: 26.02.2014						
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.								
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu							
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. Mustafa AKÇAM							
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Mustafa AKÇAM	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. A. Nesimi KİŞİOĞLU	Halk Sağlığı	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mustafa TÜZ	Kulak Burun Boğaz Hast.	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Fatih GÜLTEKİN	Tıbbi Biyokimya	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Serpil DEMİRCİ	Nöroloji	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Metin TOPÇUOĞLU	Hukuk	SDÜ Hukuk Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Mekin SEZİK	Kadın Hast. ve Doğum	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Zeynep Dilek AYDIN	İç Hastalıkları	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Halil AŞCI	Farmakoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Derya YILDIRIM	Ağız Diş ve Çene Radyoloji	SDÜ Diş Hek. Fak.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Derya CEYHAN	Pedodonti	SDÜ Diş Hek. Fak.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Uzman Dr. Kadir KARAKUŞ	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Isparta Devlet Hast.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Genel Sekreter Yrd Halil KARAKOÇ	Biyomedikal	SDU Rektörlüğü	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Osman PARÇAOĞLU	Sivil Üye	Esnaf	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

* : Toplantıda Bulunma