

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KANAL İÇİ UZUNLUKLARA SAHİP İKİ FARKLI  
POST SİSTEMİNİN KIRILMA DAYANIMLARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. İlhan ALTINSOY

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Ulviye Şebnem BÜYÜKKAPLAN**

**2018-ANTALYA**

**T. C.**  
**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI KANAL İÇİ UZUNLUKLARA SAHİP İKİ FARKLI  
POST SİSTEMİNİN KIRILMA DAYANIMLARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dt. İlhan ALTINSOY**

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ**

**Danışman**

**Doç. Dr. Ulviye Şebnem BÜYÜKKAPLAN**

Bu tez Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2791 ID numaralı TDH-2017-2791 kodlu proje ile desteklenmiştir.

**2018 – ANTALYA**

## ONAY SAYFASI

İlhan ALTINSOY tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir. 27/03/2018

İmza

Danışman : Doç. Dr. U. Şebnem BÜYÜKKAPLAN

Akdeniz Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Erdal EROĞLU

Süleyman Demirel Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ömer KIRMALI

Akdeniz Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üy. Mehmet Mustafa ÖZARSLAN

Akdeniz Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üy. Özlem DALTABAN

Akdeniz Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Bu tez 27. / 03 / 2018 tarih ve 13 / 69 sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

**Diş Hekimliği Fakültesi**

**Kurum Yöneticisi**

## ETİK 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 beyan ederim.

**Dt. İlhan ALTINSOY**

İmza



Tez Danışmanı

**Doç. Dr. Ulviye Şebnem BÜYÜKKAPLAN**

İmza



## TEŐEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecim boyunca bilgisi ve tecrübesiyle yolumu aydınlatan, yardımına ihtiyacım olduğu her an yanımda olan değerli hocam Doç. Dr. U. Şebnem BÜYÜKKAPLAN'a,

Engin klinik deneyimleriyle bana katkıda bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. Ömer KIRMALI, Yrd. Doç. Dr. Mehmet Mustafa ÖZARSLAN ve Uzm. Dr. Özlem ÜSTÜN'e

Tez sürecim boyunca her zaman yanımda olan Dt. Deniz YANIK'a

Çalışmalarımnda maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Dr. Nurullah TÜRKER'e

Küçük bir aile gibi olduğumuz Protetik Diş Tedavisi Kliniğindeki tüm hekim arkadaşlarım ve çalışanlarına teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım

**Dt. İlhan ALTINSOY**

## ÖZET

**Amaç:** Çalışmamızda cam fiber post kor sistemi ile piyasaya yeni sürülen demet şeklindeki bir fiber post kor sisteminin iki farklı kanal içi uzunlukta kırılma dirençlerinin kıyaslanması amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Bu çalışmada benzer boyutlara sahip 40 adet insan alt 1. premolar dişi 4 gruba ayrılarak (n=10) kök kanal tedavileri yapılmış ve 15 mm boyunda kökler elde edilecek şekilde kuronları köklerinden ayrılmıştır. Grup 1’de geleneksel cam fiber post 5 mm kanal içi uzunlukta, Grup 2’de demet şeklindeki post 5 mm kanal içi uzunlukta, Grup 3’te konvansiyonel cam fiber post 9 mm kanal içi uzunlukta, Grup 4’te ise demet şeklindeki post 9 mm kanal içi uzunlukta uygulanmıştır. Kor yapıları tamamlanan örneklerin kök çevrelerine akışkan silikon uygulanarak akrilik bloklar içine yerleştirilmiştir. Özel olarak hazırlanan metal tutucuya yerleştirilen örneklere universal test cihazı vasıtasıyla 45° açı ile kompresif kuvvetler kırılma görülene kadar uygulanarak kırılma tipleri ve kırılmanın gözlemlendiği kuvvet değerleri kaydedilmiştir. İstatistiksel analiz SPSS programında yapılmıştır.

**Bulgular:** Karşılaştırılan post tiplerinin kırılma dirençleri ve postların farklı uzunluklardaki kırılma dirençleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Bütün gruplarda tamir edilebilir kırıkların çoğunlukta olduğu gözlenmiştir.

**Sonuç:** Perforasyon riski bulunan eğri kanallarda fiber postlar kısa boylarda uygulanabilir. Demet şeklindeki fiber post sistemi konvansiyonel cam fiber post sistemi ile kırılma direnci yönünden benzer özelliklere sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Fiber post, kırılma direnci, post uzunluğu

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of the present study was to compare the fracture resistance of a glass fiber post core system and a recently introduced bundled fiber post core system in two different intracanal lengths.

**Method:** In the present study, 40 human mandibular 1st premolar teeth with similar sizes were endodontically treated, distributed to four groups (n=10) and sectioned near the cemento enamel junction to have roots with 15 mm length. Group 1 consisted of endodontically treated teeth (ETT) restored with glass fiber posts in 5 mm intracanal length, Group 2 consisted of ETT restored with bundled fiber posts in 5 mm intracanal length, Group 3 consisted of ETT restored with glass fiber posts in 9 mm intracanal length and Group 4 consisted of ETT restored with bundled fiber posts in 9 mm intracanal length. After the core build up, specimens are covered with low viscosity silicone and embedded in acrylic blocks. Specimens were then placed in a specifically designed apparatus for stabilization and subjected to compressive force at 45° angle until fracture occurs. Fracture values and fracture patterns were recorded. Statistical analysis was done using SPSS software.

**Results:** There was no significant difference between the groups in regard of post length and type. ( $P > 0.05$ ) Restorable fractures were more common in all groups.

**Conclusion:** Fiber posts can be used at shorter lengths in curved root canals that carry a risk of perforation. Bundled fiber post system have the same fracture resistance as the glass fiber post system.

**Keywords:** Fiber post, fracture resistance, post length

<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>2</b>
2.1. Endodontik Tedavi Sonrası Dişlerde Görülen Değişiklikler.....	2
2.1.1 Fiziksel Değişiklikler	2
2.1.2 Estetik Değişiklikler	3
2.2 Endodontik Tedavili Dişlerin Restorasyonu .....	3
2.3 Post Kor Uygulamaları.....	5
2.3.1 Post Kor Restorasyonların Tanımı	5
2.3.2 Post Kor Uygulamalarının Tarihçesi	5
2.4 Post Kor Restorasyonların Sınıflandırılması.....	6
2.4.1 Aktif Postlar	6
2.4.2 Pasif Postlar	9
2.5 Fiber ile Güçlendirilmiş Kompozitler .....	12
2.5.1 Fiber ile Güçlendirilmiş Kompozitlerin Matriks Yapısı	13
2.5.2 Fiberlerin Sınıflandırılması	14
2.5.3 Fiber-Matriks Adezyonu	15
2.5.4 Oral Kavitede Fiberler	16
2.6 Fiber ile Güçlendirilmiş Post Çeşitleri .....	16
2.6.1 Karbon Fiber ile Güçlendirilmiş Epoksi Rezin Postlar	17
2.6.2 Cam Fiber ile Güçlendirilmiş Epoksi Rezin Postlar	18
2.6.3 Polietilen Fiber ile Güçlendirilmiş Postlar	19
2.6.4 Quartz Fiber ile Güçlendirilmiş Postlar	20
2.7. Post Kor Restorasyonlarda Görülen Biyolojik ve Mekanik Başarısızlıklar....	20
2.8. Post Korlar ile Restore Edilen Dişlerin Kırılma Direncine Etki Eden Faktörler .....	21
2.8.1. Ferrule Etkisi	21
2.8.2. Post Çapı	21
2.8.3. Post Dizaynı	22
2.8.4. Siman Seçimi	22
2.9. Kırılma Dayanımı Testi.....	23
<b>GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>25</b>
3.1. Örneklerin Hazırlanması .....	25
3.2. Örneklerin Kök Kanal Tedavilerinin Yapılması .....	26
3.3. Post Yuvalarının Açılması.....	27
3.4. Postların Simantasyonu ve Kor Yapılarının Oluşturulması .....	27
3.5. Akrilik Blokların Elde Edilmesi.....	30



3.6 Termal Çevrim İşlemi ve Kırılma Dayanımı Testi .....	31
3.7. İstatistiksel Analiz .....	33
<b>BULGULAR</b>	<b>34</b>
<b>TARTIŞMA</b>	<b>39</b>
<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>51</b>
<b>EKLER</b>	<b>71</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>73</b>

## Şekiller

**Şekil 2.1.** Açılı, vidalı post örneği

**Şekil 2.2.** Bir kök kırığı örneği: Post boyunun klinik kron boyundan kısa olduğu durumlarda kökte aşırı stres birikimi sebebiyle tamir edilemeyen kırıklar gözlenmektedir.

**Şekil 2.3.** Flexi-post

**Şekil 2.4.** Parapost frezi ve Parapost XT ve Parapost XH post sistemi

**Şekil 2.5.** Soldan sağa; Karbon fiber post (Composipost, RTD,France), DT Light Post (RTD, France), Luscent Anchor Post (Dentatus, Sweden) ve opak Fiber White post

**Şekil 2.6.** Üst total protezde çatlak tamirinde fiber kullanımı

**Şekil 2.7.** Termoplastik monomer (a) ve Termoset monomer (b) şematik gösterimi.

**Şekil 2.8.** Farklı mimarilere sahip fiberlerin SEM görüntüleri: (a) StickTech (tek yönlü) (b) Glass Span (halat örgüsü) Connect (örgü)

**Şekil 2.9.** Farklı çaplara sahip karbon fiber ile güçlendirilmiş epoksi rezin postlar. İki adet stabilizasyon konisi streslerin dengeli dağıtılmasını hedeflemektedir

**Şekil 2.10.** RelyX Cam fiber post (3M, Minnesota, ABD)

**Şekil 2.11.** Ribbond'un (Ribbond, Seattle, ABD) kanala uyumlandırılması

**Şekil 2.12.** Shape R--Ball Post Plus (Shanghai BiJELA Medical Devices, Şangay,Çin)

**Şekil 2.13.** Universal test cihazı ve örneğin kırılma testine tabi tutulması

**Şekil 2.14.** Kırılma tiplerinin sınıflandırılması

**Şekil 3.1.** Örneklerin şematik çizimleri

**Şekil 3.2.** Post yuvalarının açılması

**Şekil 3.3.** Silan ajanı

**Şekil 3.4.** Post uyumunun kontrolü

**Şekil 3.5.** Kanal içi bond uygulaması

**Şekil 3.6.** Kor yapımında kullanılan dual cure akışkan kompozit

**Şekil 3.7.** Kullanılan kalıp materyali

**Şekil 3.8.** Kullanılan post sistemleri

**Şekil 3.9.** Mum diskin uygulanması

**Şekil 3.10.** Termal Çevrim Cihazı

**Şekil 3.11.** Universal Test Cihazı

**Şekil 3.12.** Özel tutucu ve kuvvetin uygulanması

**Tablo 4.1** Grupların Kırılma Direnci Değerleri

**Şekil 4.1.** Tüm grupların kırılma direnci değerleri

**Tablo 4.2.** Grupların farklı uzunluklardaki kırılma dirençleri

**Şekil 4.2.** 5 ve 9 mm uzunluklardaki post gruplarının kırılma dirençlerinin kıyaslanması

**Tablo 4.3.** 5A ve 5B gruplarının kırılma dirençleri

**Şekil 4.3.** 5A ve 5B gruplarının kırılma dirençleri

**Tablo 4.4.** 9A ve 9B gruplarının kırılma direnci değerleri

**Şekil 4.4.** 9A ve 9B grubu kırılma direnci değerleri

**Tablo 4.5.** Grupların Kırılma Tiplerinin Sınıflandırılması

**Tablo 4.6.** Kırılma Tipleri ile Kuvvetler Arası İlişki

## Semboller ve Kısaltmalar

MTA: Mineral Trioksit Agregat

IPN : İnterpenetre polimer ağı

mm: Milimetre

%: Yüzde

FGK: Fiber ile güçlendirilmiş kompozit

N: Newton

°C: Santigrat derece

bis-GMA: Bisfenol a glisidil metakrilat

TEGDMA: Trietilen glisol metakrilat

SiO<sub>2</sub>: Silisyum dioksit

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Aliminyüm Oksit

CaO: Kalsiyum Oksit

MgO: Magnezyum Oksit

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Bor Oksit

Na<sub>2</sub>O: Sodyum Oksit

±: Artı Eksi

NaOCl: Sodyum Hipoklorit

cc: Santimetreküp

°: Açı

dk.: Dakika

sn.: Saniye

## 1. GİRİŞ

Endodontik tedavili dişlerde, kaybedilen madde miktarına bağılı olarak, nihai restorasyonların uygulanabilmesi için post kor restorasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Post kor restorasyonlar, endodontik tedavi sonrası kron uygulamalarında restorasyona destek ve tutuculuk sağlayarak dişlerin fonksiyon, fonasyon ve estetik gibi görevlerini yerine getirmesinde yardımcı olmaktadır.

Günümüzde piyasada çok sayıda farklı post kor tipi bulunmakla birlikte, her bir post kor sisteminin kendi içinde avantaj ve dezavantajları bulunmakta, yapılan tüm çalışmalara rağmen klinik açıdan son derece önem sahibi olan bu konu üzerinde birçok soru cevapsız kalmaktadır.

Farklı fiber tipleri ile güçlendirilmiş kompozit postlar, döküm metal postlara alternatif olarak piyasaya sürülmüştür. Yüksek rijiditeleri nedeniyle kırılmaları durumunda dişte tamir edilmesi mümkün olmayan hasarlara yol açan metal postların aksine fiber postlar, dentine yakın elastik modülüsleri sayesinde çalışmalarda umut vaat eden sonuçlar ortaya koymuşlardır.<sup>(1)</sup> Ayrıca, kullanım kolaylıkları, preparasyon için seans kaybının bulunmaması, biyokimyasal bozunmaya dirençleri ve estetik özellikleri sayesinde son yıllarda hekimlerin tercih sebebi haline gelmişlerdir.<sup>(2)</sup>

Fiber destekli post kor sistemlerin artan kullanımları ile birlikte, esneklik modülüsü ve sertlik,<sup>(3)</sup> morfolojik yapısı,<sup>(4)</sup> bağlanma özellikleri<sup>(5)</sup> ve kırılma direnci<sup>(6)</sup> gibi farklı karakteristik özelliklerinin belirlenmesini amaçlayan çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, piyasaya yeni çıkan materyaller ve teknik değişiklikler bu konudaki bilgilerimizin sürekli güncellenmesini gerektirmektedir.

Çalışmamızda, günümüzde yaygın olarak kullanılan cam fiber destekli bir post kor sistemi ile demet şeklindeki ince fiber yapılarından oluşan yeni bir post sisteminin 5 ve 9 mm'lik kanal içi uzunluklarında kırılma dirençlerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavi uygulanmış dişler; madde kayıpları sebebiyle kırık ve çatlaklara karşı daha dirençsiz hale gelirler. Restorasyonlar ve rezidüel çürükler, geniş post yuvaları ve kanalların şekillendirilmesi gibi etkenler de dişlerde madde kayıpları yaşanmasında önemli etkenler olarak öne çıkmaktadır.<sup>(7)</sup> Kanal tedavisi sonrası restore edilen dişlerin kırılma dirençleri doğrudan kalan sağlıklı doku miktarı ile orantılı olduğundan, diş dokuları mümkün olduğunca korunmalıdır.<sup>(8)</sup> Sağlıklı diş dokularının korunamadığı, aşırı harabiyete uğramış endodontik tedavili dişlerde post kor restorasyonları yetersiz koronal yapıya sahip dişlerde kök kanalından destek alınarak restorasyonların yapımına imkân tanımaktadır.<sup>(9)</sup> Ayrıca post restorasyonları, çiğneme kuvvetlerinin daha iyi dağılmalarını sağlayarak dişlerin yapısal bütünlüğünün korunmasına katkıda bulunmaktadır.<sup>(10)</sup>

### 2.1. Endodontik Tedavi Sonrası Dişlerde Görülen Değişiklikler

Endodontik tedavi; bakteri, bakteriyel ürün ve enfekte dokuların kök kanal kompleksinden uzaklaştırılması, dolgu materyalinin yerleşimine imkân sağlanması için kök kanal kompleksinin şekillendirilmesi ve şekillendirilmiş kök kanalının doldurulması aşamalarından oluşur.<sup>(11)</sup> Kanal tedavisi yapılan dişlerde vital dişlere göre bir takım fiziksel ve estetik farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu farklılıklar sağlıklı dokuların bir kısmının kaybı, sıvı kayıpları, restorasyonda kullanılan materyaller ve kanal şekillendirme teknikleri gibi sebeplerle ortaya çıkmaktadır.

#### 2.1.1 Fiziksel Değişiklikler

Endodontik tedavi görmüş dişlerin kırılma dirençlerini etkileyen en önemli faktör kalan koronal yapının miktarıdır. Endodontik tedavi sonrası köklerin yapısal olarak zayıflaması, endodontik tedavi başarısızlıkları içerisinde önemli bir etkidir.<sup>(12)</sup> Görülen bu zayıflık, kanal tedavisinin kendisinden ziyade, uzaklaştırılan doku miktarı ile ilişkilidir. Endodontik tedavi gören dişlerin gerilme ve kırılma dayanımları, kaldırılan doku miktarı ile orantılı olarak, belirgin bir şekilde azalmaktadır.<sup>(13)</sup> Yapılan çalışmalarda, dişi çepeçevre saran 2 mm'lik sağlıklı bir dokunun bulunmasının, dişin kırılma direncini büyük ölçüde arttırmakta olduğu görülmüştür.<sup>(14)</sup> Ferrule olarak

isimlendirilen bu etki dişlerin final restorasyonlarının yapımında son derece önemlidir.  
(15, 16)

### **2.1.2 Estetik Değişiklikler**

Estetik beklenti, günümüzde hekim ve hastalar açısından son derece önemli bir konu haline gelmiştir. Endodontik tedavi sonrası görülen renk değişimleri, tedavinin kalitesini etkileyen bir sorun olarak öne çıkmakta, hastaların %51-67'inde memnuniyetsizliğe sebep olmaktadır.<sup>(17)</sup> Endodontik tedavide kullanılan çeşitli materyaller dişlerde renklenmelere sebep olmaktadır.<sup>(18)</sup> İlerleyen renk değişimlerinden, dentin tübüllerine sızan öjenol, fenol, MTA ve gümüş katkılı materyallerin sorumlu olduğu düşünülmektedir.<sup>(19-22)</sup> Bu nedenle kullanılan materyallerin seçiminde dikkatli olunmalıdır.<sup>(23)</sup> Ayrıca, pulpal artıkların yetersiz temizliği ve kanama sonrası bozunma ürünlerinin de renklenmeye sebep olabileceğini belirtilmiştir.<sup>(24)</sup> Renklenmelerin önüne geçilmesi amacıyla artıkların tamamen uzaklaştırılmasının ve tedavi sonrası bleaching işlemlerinin faydalı olduğu belirtilmektedir.<sup>(25)</sup>

### **2.2 Endodontik Tedavili Dişlerin Restorasyonu**

Endodontik tedavi görmüş dişler, sağlıklı dişlere kıyasla çiğneme kuvvetlerine daha az dirençlidir. Bu durumun oluşmasında; endodontik kavite açılması esnasında gerçekleşen madde ve nem kaybı, elastikiyette ve kavite şekillerindeki değişiklikler ön plana çıkmaktadır.<sup>(26)</sup> Dişlerin tekrar fonksiyon kazanması, dolguları yapılan kanalların mikrosızıntıdan korunması ve oklüzyon bütünlüğünün korunması amacıyla çeşitli restoratif tedavi seçenekleri uygulanmaktadır. Tüm tedaviler doğru bir şekilde yapılırsa bile, endodontik tedavi görmüş destek dişlerin kırılma insidanslarının sağlıklı dişlere oranla daha yüksek oldukları yapılan çalışmalarda bildirilmiştir.<sup>(27)</sup> Dolayısıyla, aşırı madde kaybına sahip endodontik tedavi görmüş dişlerde uygun restorasyon seçimi ve uygulaması son derece önemlidir.

Restore edilecek dişlerdeki madde kaybı ile uygulaması planlanan restorasyon tipi arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Ne yazık ki, literatürde post kor kullanım endikasyonları kesin bir çizgi ile ayrılmamıştır. Post uygulamasının gerekip gerekmediğine ve eğer uygulanması gerekli ise hangi post tipinin kullanılması gerektiğine hekimin klinik tecrübesi ve konu hakkındaki klasik bilgiler rehber

olmaktadır. Yaklaşımın sistematik bir hale getirilmesi amacıyla yapılan bir derlemede, dişler kalan doku miktarlarına göre sınıflandırılmıştır.<sup>(28)</sup>

Bu sınıflamaya göre;

Sınıf 1: Yalnızca giriş kavitesi bulunan, duvarları 1 mm'den kalın dişler. Post uygulamalarına gerek bulunmamaktadır.

Sınıf 2 ve 3: 2 veya 3 kavite duvarına sahip dişler. Post uygulamaları zorunlu değildir ve istenilen restorasyon tipi tercih edilebilir.

Sınıf 4: Yalnızca tek bir kavite duvarına sahipler dişler. Post uygulaması gerekmektedir.

Sınıf 5: Hiçbir kavite duvarına sahip olmayan bu dişlerde post yapılması zorunludur.

Yoğun madde kaybına sahip ve post kor uygulamaları yapılan dişlerde genellikle restorasyon aşaması tam kronlar ile tamamlanmaktadır. Tam kronlar stres dağılımının daha iyi olmasını sağlayarak kırılğan tüberkül tepelerini güçlendirmektedir. McLean<sup>(29)</sup> endodontik tedavi görmüş dişlerin tamamında kron yapılmasını tavsiye etmiştir. Geniş bir popülasyonda yapılan bir başka çalışmada molar ve tam kron restorasyonlarının uygulandığı dişlerin diğer dişlere göre daha uzun süre ağızda kaldığı bildirilmiştir.<sup>(30)</sup> Ayrıca, tam kron restorasyonu uygulanmış endodontik tedavi görmüş dişler, doğal dişlere yakın bir çiğneme fonksiyonuna sahip olabilmektedir.<sup>(31)</sup> 'Mikrosızıntı', bakterilerin, oral sıvıların, iyonların ve moleküllerin kök ve dolgu materyal ara yüzüne difüzyonu olarak tanımlanmaktadır. Bu sızıntı klinik olarak fark edilmese dahi, patolojinin yeniden oluşumu ve kanal tedavisinin başarısızlığına sebep olarak endodontik tedavinin uzun dönem başarısını ciddi oranda etkilemektedir.<sup>(32)</sup> Kanal tedavileri tamamlanmış dişlerde, ağız sıvıları ile karşılaştıklarında ilk 24 saat içinde mikro sızıntı meydana gelmektedir.<sup>(33)</sup> Bu bağlamda, kanal tedavisi görmüş dişlerin restorasyonlarının mikro sızıntıya izin vermeyecek şekilde yapılması dişlerin uzun dönem fonksiyon görmelerine yardımcı olacaktır.

Dişlerin karşılaşacakları kuvvetlerin cinsi ve yönü de endodontik tedavi görmüş dişlerin başarısını etkileyen bir başka faktördür. Karşıt dişlerin durumu ve dişin arktaki konumu gibi faktörler, yapılacak post kor restorasyon cinsinin belirlenmesinde



hekime rehber olmaktadır. Bir çalışmada, oblik yönlü kuvvetlerin daha yıkıcı oldukları tespit edilmiştir.<sup>(34)</sup>

### **2.3 Post Kor Uygulamaları**

Endodontik tedavi görmüş dişlerde; geniş endodontik kavite açılmasına, çürük, travma ya da hekim kaynaklı hatalı uygulamalara bağlı olarak madde kaybı oluşmaktadır. Aşırı madde kaybı olan dişlerin uzun dönem bütünlüğünü kaybetmeden fonksiyon görebilmeleri ve yapılacak restorasyonlara destek olmaları amacıyla kök kanalından destek alınarak yapılan post kor sistemleri farklı yapı ve şekillerde uzun yıllardan beri kullanılmaktadır.

#### **2.3.1 Post Kor Restorasyonların Tanımı**

Post kor restorasyonlar, temel olarak iki ana bileşenden oluşur. “Post”, restorasyona retansiyon sağlama amacıyla kök kanalının içine uzanan kısım iken; “Kor”, restorasyonun koronal kısmındaki prepare edilmiş diş şeklindeki yapıdır. Daimi restorasyona destek ve retansiyon alanı sağlar.<sup>(35)</sup>

#### **2.3.2 Post Kor Uygulamalarının Tarihçesi**

1728 yılında Pierre Fauchard, kök kanallarına uygulanan postları ilk tanımlayan isim olmuştur. Fauchard, ‘tenon’ adını verdiği metal postları köklere vidalayarak köprülere dayanak elde etme amacıyla kullanmıştır.<sup>(36)</sup> Post materyali olarak 17. yüzyılda, genellikle ahşap kullanılmaktaydı. Ahşap postların ağız sıvılarını absorbe ederek genişlemeleri, köklerde sıklıkla kırık ve çatlaklara sebep olmuştur. Lefoulon, 1841’de post uygulamalarını köklerin mum ile ölçülerini alarak yapmıştır. Postların uzunluğu ve çapı ile ilgili detaylı bilgiler, 1849 yılında Sir John Tomes tarafından verilmiştir. Hazır döküm post kor sistemlerinin üretimi 19. yüzyıl sonlarında gerçekleştirilmiştir. Richmond, kendi adı verilen post kor sistemini geliştirmiştir. Bu sistemde porselen fasetleri bulunan tek parça post destekli kronlar köprü dayanağı olarak kullanılmaktaydı. Kişiye özel döküm post kor sistemleri 1930’lu yıllarda tek parça post kronların yerini almaya başlamıştır. Bu prosedür, krondan ayrı olarak post ve kor yapının dökümünü gerektirse de; tekniğin iki aşamalı olması marjinal adaptasyonu arttırmış ve kron yapımında seçeneklerin artmasını sağlamıştır. Kompozit ve prefabrik post kor sistemlerinin geliştirilmesi 1960’lı yıllardan sonra olmuştur.<sup>(37)</sup>

## 2.4 Post Kor Restorasyonların Sınıflandırılması

Günümüzde, değişen tedavi konseptlerine bağlı olarak, post kor sistemleri de gelişmektedir. Farklı tasarım şekillerine sahip, yeni materyaller kullanılarak üretilen yeni postlar her geçen gün kullanıma sunulmaktadır. Post kor sistemleri geliştikçe, sistemlerin uygulama aşamalarında kullanılan teknikler de gelişmektedir. Bu durum post kor restorasyonların basit bir sınıflandırmaya tabi tutulmalarını çok zor hale getirmekte, yapılan sınıflandırmaların da güncel kalmasını zorlaştırmaktadır.

Farklı yazarlar,<sup>(38-40)</sup> post kor restorasyonların sınıflandırmasını;

- Üretim tekniklerine,
- Post uyumuna,
- Üretimde kullanılan materyallere,
- Estetik özelliklerine,
- Retansiyon çeşitlerine göre gibi farklı temellere dayanarak gerçekleştirmiştir.

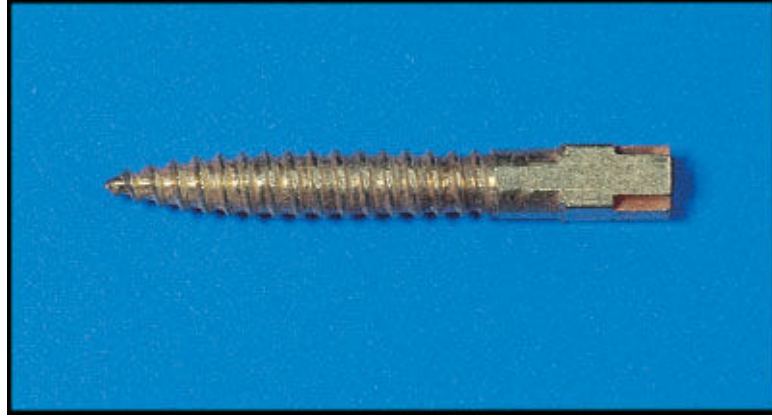
Singh ve ark. retansiyonun elde edilme çeşitlerine göre postları iki ana bölümde incelemiştir.<sup>(41)</sup> Aktif postlar vida prensibi ile çalışarak retansiyonlarını kök dentininden alırlar. Pasif postlar ise post yuvasına pasif bir şekilde yerleşerek retansiyon dirençlerini kullanılan simanlardan temin ederler.<sup>(11)</sup> Her bir post tipi kenarlarının paralel veya açılı olmalarına göre alt gruplara ayrılmaktadır. Genel bir kural olarak, aktif ve paralel kenarlara sahip postlar diğerlerine göre daha tutucudurlar.

### 2.4.1 Aktif Postlar

Aktif postların kök dentini ile vida dişleri vasıtası ile kenetlenmelerine rağmen, her zaman simante edilerek yerleştirilmeleri gerekmektedir. Simantasyon işlemi sadece vidalara yardımcı olarak retansiyonun arttırılmasına katkıda bulunmaz, ayrıca bakteriyel sızıntının engellenmesi amacıyla bir bariyer vazifesi de görür. Aktif postlar kendi içlerinde vidalı ve yivli olarak kategorize edilebilir.<sup>(42)</sup>

Vidalı postların diş çapları, kökte açılan yuvanın çapından büyük olduğundan, bu postlar vidalanırken dentin yüzeyinde kendi vida yivlerini oluşturmaktadır. Paralel veya eğimli kenarlara sahip olabilirler. Pasif postlardan daha retantif olmalarına

karşın<sup>(43)</sup> yerleştirilirken dişte oluşturdukları stres nedeniyle kama etkisi yaratarak kök kırıklarına sebep olabilmektedir.<sup>(44)</sup>



**Şekil 2.1.** Açılı, vidalı post örneği (Dentatus AB, Spanga, İsveç)<sup>(42)</sup>



**Şekil 2.2.** Bir kök kırığı örneği: Post boyunun klinik kron boyundan kısa olduğu durumlarda kökte aşırı stres birikimi sebebiyle tamir edilemeyen kırıklar gözlenmektedir.<sup>(42)</sup>

Kökte görülen kırılmaları azaltmak ve dişte biriken stresleri engellemek amacıyla ‘flexi-post’ gibi farklı post sistemleri kullanıma sunulmuştur.



**Şekil 2.3.** Flexi-post (Essential Dental Systems, Inc. South Hackensack, NJ, ABD)<sup>(42)</sup>

Üretici firmaya göre bu sistemde postun apikal kısmındaki boşluk vidalama esnasında kapanarak stresleri azaltmaktadır. Bazı çalışmalarda bu postların diğer post sistemlerine kıyasla daha yüksek retansiyona sahip oldukları belirtilmiştir.<sup>(45, 46)</sup> Sonuç olarak flexi-postlar da aktif postlardır ve streslerin tamamen ortadan kaldırılması mümkün değildir. Postun koronalinde stres azaltıcı boşluk bulunmamakta ve kökte kaydedilen streslerin büyük çoğunluğu bu noktada görülmektedir.<sup>(47)</sup>

Vidalı post sistemlerinin aksine, yivli post sistemlerinde paralel kenarlara sahip bir gövdenin etrafında yüksek frekanslı vida yivleri bulunmaktadır. Post boşluğunun hazırlanması tamamlandıktan sonra, post boşluğunun iç kısmında yivlerin oluşturulması amacıyla bir yiv açıcı kullanılmaktadır.

Bu post sistemlerinin en büyük dezavantajları siman için herhangi bir kaçış boşluğunun bulunmaması<sup>(48)</sup> ve yüksek frekanslı yivlere<sup>(49)</sup> sahip olmalarıdır. Bu durum post yerleştirildikten sonra yüksek gerilim kuvvetlerinin oluşmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla, bu postlar yerleştirilirken streslerin dağılması amacıyla düşük hızlarda çalışılmalıdır. Bütün bu stres ve gerilimlere rağmen, kökte fraktür riskinin arttığına dair belirgin bir kanıt ulaşılamamıştır. Kalan diş dokusu muhtemelen fraktür riskinin artmasında post tipinden daha önemli olup,<sup>(50)</sup> simante edildiklerinde bu

postlar yüksek frekanslı yiv yapıları sebebiyle fonksiyonel streslerin daha dengeli dağılmalarını ve daha retantif olmalarını sağlamaktadır.<sup>(51)</sup>

#### **2.4.2 Pasif Postlar**

Pasif postlar altın veya değersiz metal alaşımlarından döküm yöntemiyle veya prefabrike postların üzerine ağız içinde kor yapıldıktan sonra laboratuvarda dökülerek elde edilebilmektedir. Bu postlar açılı veya paralel olabilir.

Döküm post korlar endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonlarında uzun sürelerden beri güvenle kullanılmaktadır. Kök kanallarının şeklini taklit eden düz yüzeyli ve açılı döküm postlar, paralel postların arz ettiği apikaldeki perforasyon riskini minimuma indirmektedir.

Marchionatti ve ark.<sup>(52)</sup> tarafından yapılan bir literatür derlemesinde, döküm metal postların %50 ila %97.1 arasında başarılı olduğu belirtilmiştir. Derlemede ayrıca fiber post sistemleri ile döküm metal postlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı, kalan diş dokusunun ve ferrule hazırlığının post seçiminden daha önemli olduğu belirtilmiştir. Döküm postların genel başarısızlık sebepleri arasında kök ve postlarda görülen kırıklar ile kron ve postların retansiyon kayıpları gösterilmiştir.

Zhou ve ark.<sup>(53)</sup> fiber ile döküm postların kırılma dirençlerini değerlendirdikleri bir meta analiz raporunda, döküm postların fiber postlara göre daha yüksek fraktür direncine sahip olduklarını belirtmiş ve incelenen çalışmaların hepsinde fraktür taslakları incelenmiş ve bir çalışma dışında benzer oldukları belirlenmiştir. Döküm postlar genel olarak orta üçlüde oblik veya vertikal kırıklar gibi tamiri zor kırıklara sebep olmuştur. Fiber postlarda karşılaşılan başarısızlıkların servikal üçlü kırıkları gibi daha tamir edilebilir nitelikte olduğu belirtilmiştir. Yazar bu durumu fiber postların dentin elastik modulusuna yakın elastik modulus değerlerine sahip olmalarına bağlamaktadır. Ayrıca fiber postlarda bulunan daha kalın siman tabakasının da stres emilimine yardımcı olduğu belirtilmiştir.<sup>(53)</sup>

Uygulanacak post sisteminin seçimi hekimlerin klinik uygulamalarda göz önünde bulundurması gereken bir takım faktörlere bağlıdır. Döküm post ve korlar ek bir laboratuvar zamanı ve masrafını beraberinde getirmektedir. Laboratuvar aşamasında dökümde meydana gelebilecek porozite ve post fraktürü riski bulunmaktadır. Alçı

modeller üzerinde yer alan post boşluklarına metal dökümünde güçlüklerle karşılaşılabilen, bu durum ise olması gerekenden daha kısa kök boyuna sahip metal postların üretimine sebep olabilmektedir.<sup>(54)</sup> Döküm tekniği post kor yapılarının boyutlarını etkilemekte, tam ve pasif bir uyumun elde edilmesine katkıda bulunmaktadır. Post yuvasına uyumsuz olarak hazırlanan bir döküm postta marjinal boşluk artacak ve postun uyumlandırılması için ek bir çalışma süresi gerekecektir. Prefabrike postların döküm metal postlara göre pratikliği ve zaman tasarrufu sağlaması son dönemde popüler hale gelmelerinde önemli bir etken olmuştur.

Açılı ve prefabrike döküm postların başarıları post ile dentin arasındaki temas yüzeyi, postun koniklik açısı, siman kalınlığı ve postun yüzey pürüzlülüğü gibi etkenlerden etkilenmektedir.<sup>(55)</sup> Bazı durumlarda post boşluğunda sıkışan simanın hidrostatik basıncı postun yerine oturmasına engel olmaktadır. Bu durumun önüne geçmek amacıyla prefabrike postların siman kaçıışı için dizayn edilmiş boşlukları bulunmaktadır.



**Şekil 2.4.** Parapost frezi ve Parapost XT ve Parapost XH post sistemi. (Coltene/Whaledent, Altstätten, İsviçre).<sup>(42)</sup>

Siman kaçıışı için dizayn edilen boşluklara rağmen bu postlarda da aktif postlara benzer şekilde dişte gerilim stresleri ortaya çıkmaktadır. Fakat post yerleştirildikten sonra bu stresler kaybolmakta ve siman tabakası vasıtasıyla okluzal yüklerin bütün bölgelerde eşit olarak dağılması sağlanmaktadır.

İlk fiber temelli postlar karbon fiberlerin bir polimer rezin içine gömülmesi ile üretilmiştir. Literatürde fiber postlar üzerine yapılan ilk çalışma Duret ve ark. (56) tarafından 1990 yılında yapılmıştır. Bu postların temel avantajları esneme kabiliyetleri ve yıkıcı kuvvetlerin metal postlara göre daha iyi dağıtılmasıdır. Bununla birlikte ilk olarak üretilen karbon fiber postlar siyah renkteydi ve estetik restorasyonlar için uygunsuz bir durum oluşturmaktaydı.<sup>(1, 57)</sup> Bu duruma karşın üreticiler, diş rengine sahip silika ve quartz fiberleri geliştirmiştir.



**Şekil 2.5.** Soldan sağa; Karbon fiber post (Composipost, RTD,France), DT Light Post (RTD, France), Luscent Anchor Post (Dentatus, Sweden) ve opak Fiber White post (Coltène/Whaledent, Altstätten, İsviçre)<sup>(42)</sup>

Fiber postlar günümüz estetik ihtiyaçları doğrultusunda ortaya çıkmış ve farklı özellikleri ile ilgili çok sayıda klinik ve laboratuvar çalışmasının konusu olmuşlardır.<sup>(58-60)</sup> Restoratif diş hekimliğinde köklü değişikliklere yol açan fiber postlar, metal postlara önemli bir alternatif oluşturmuştur. Kullanılan materyal metal postlara göre dentinin elastisite modülüsüne çok daha yakın bir modülüse sahip olup; yapılan klinik çalışmalarda umut vaat eden sonuçlar göstermiştir.<sup>(1, 3)</sup> Zamanla manipülasyon kolaylığı, mekanik ve estetik özellikleri, sökme kolaylığı, öngörülebilir sonuçlar göstermesi sebebiyle diş hekimleri tarafından sıklıkla kullanılır hale gelmişlerdir. İlk fiber post sistemlerinin radyolusent olmaları ve ön bölge estetik restorasyonlarda yansıma yapmaları sebebiyle radyopak fiber postlar ve daha estetik quartz ve rezin fiber postlar geliştirilmiştir. Bu fiber postlar beyaz veya translusent olup, yüksek

estetik beklentilerin karşılanabilmesine olanak sağlamışlardır. Ayrıca, fiberlerin yüksek elastisitesi, biyokimyasal çözünmeye karşı dirençleri ve düşük elektrik iletkenlikleri tercih sebebi olmalarında önemli bir paya sahiptir.

## 2.5 Fiber ile Güçlendirilmiş Kompozitler

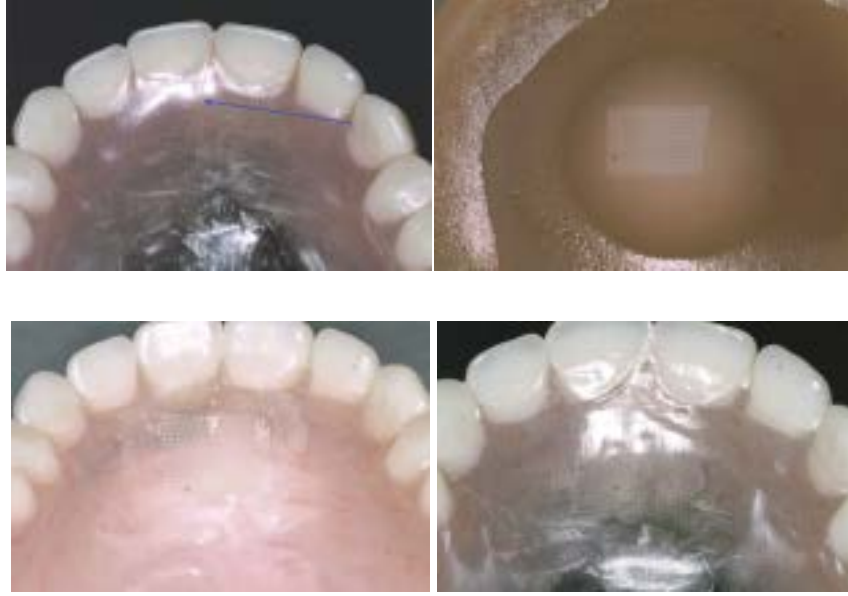
Fiber ile güçlendirilmiş kompozitler, polimetil metakrilatın cam fiberler ile güçlendirilmesi ile ilk olarak 1960'larda Smith<sup>(61)</sup> tarafından tanımlanmıştır. Fiber ile güçlendirilmiş kompozitler; uçak ve uzay endüstrileri, otomotiv, medikal ve elektronik gibi birçok kullanım alanına sahiptirler. Fiber ile güçlendirilmiş kompozit temel olarak, ince fiberler ile güçlendirilmiş bir plastik matriksten oluşan kompozit materyale verilen isimdir. Literatürde fiberle güçlendirilmiş polimer veya camla güçlendirilmiş plastik olarak da tanımlanmaktadır.<sup>(62)</sup> Fiber ile güçlendirilmiş kompozit mikro düzeyde incelendiğinde, polimer matrikse kovalent bağlarla kimyasal olarak bağlanan fiberlerin mikroçatlakların yayılmasına engel olduğu görülmektedir.<sup>(63)</sup> Bazı araştırmalarda fiber ile güçlendirilmiş kompozitlerin, dolduruculu kompozitler ile karşılaştırıldığında 7 kata varan yükseklikte esneme modülüsüne sahip olduğu gözlenmiştir.<sup>(64)</sup> Fiber ile güçlendirilmiş kompozitler genel olarak; yüksek güç-ağırlık ve modülüs-ağırlık oranları, yüksek yorulma direnci ve yorulma hasar toleransı ve anizotropik özellikler (farklı yönlerde uygulanan kuvvetlerde farklı özellikler gösterme) ile karakterizedir.<sup>(65)</sup> Brown<sup>(66)</sup> siman ve splintlerde, direkt ve indirekt kompozitlerde ve kaide materyali yapımında fiber ile güçlendirme uygulamalarının yapılabileceğini ifade etmiştir. Brown bu çalışmasında ayrıca sabit parsiyel protezlerde fiberle güçlendirmenin kullanımı hakkında detaylı bilgiler vermiş, implantolojideki yerleri ve gelecekte kullanımları ile ilgili öngörülerde bulunmuştur. Günümüzde fiber destekli kompozit yapılar diş hekimliğinin farklı dallarında yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur.

Günümüzde fiber ile güçlendirilmiş kompozitler klinik uygulamada;

- Tekli indirekt restorasyonlar,
- İmmediat ve uzun dönem geçicilerin yapımında,
- Total protezlerin güçlendirilmesi ve tamiri,
- İndirekt kompozit restorasyonlar,
- Periodontal splintleme,



- Sabit protezlerde,
- Ortodontik apareylerin yapımında,
- Travma splinti
- Post kor restorasyonlarda kullanılmaktadır.



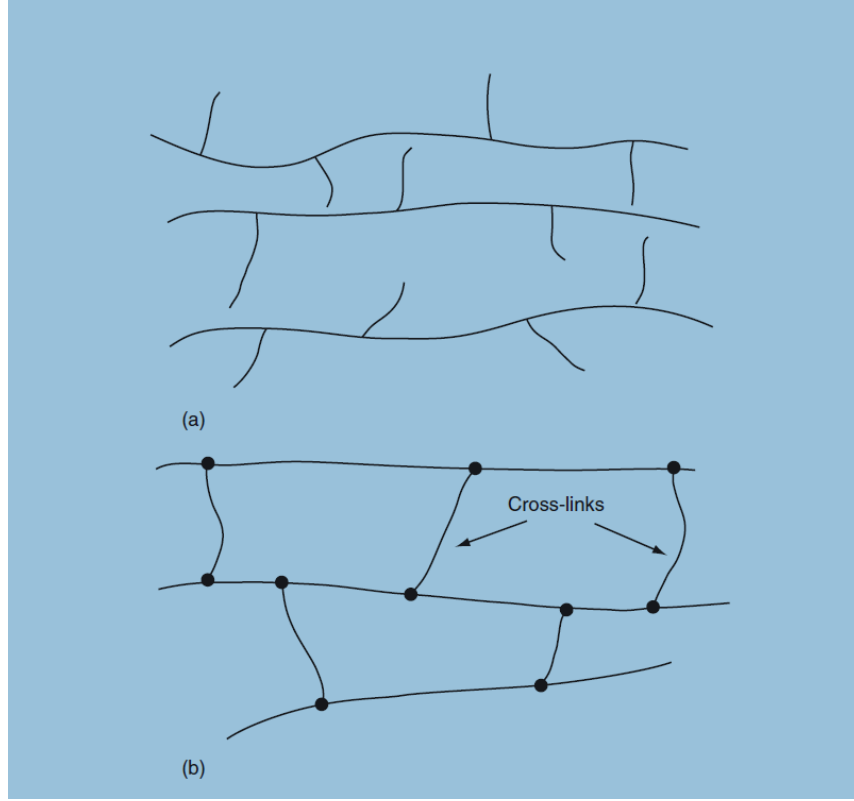
**Şekil 2.6.** Üst total protezde çatlak tamirinde fiber kullanımı<sup>(67)</sup>

### 2.5.1 Fiber ile Güçlendirilmiş Kompozitlerin Matriks Yapısı

Polimerize monomerlerin oluşturduğu polimerik plastik matriks, kompozit yapının içerisinde fiberlerin bir arada tutulmasını sağlar. Ayrıca fiberler arasında stres transferini ve fiberlerin dış ortamdaki biyokimyasal çözücüler, mekanik stresler ve nem gibi yıkıcı etkilerden korunmalarını sağlar.<sup>(68)</sup> Matriks yapısı materyalin makaslama ve sıkıştırma dirençlerini, kompozitteki defektleri ve matriks ile fiber arasındaki etkileşimleri doğrudan etkilemektedir.<sup>(65)</sup> Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin matriks yapısında iki tip rezin kullanılmaktadır; çapraz bağlı polimer (termoset polimer) ve çizgisel polimer. Çizgisel polimer termoplastik polimer olarak da adlandırılır.

Termoplastik bir polimerin molekülleri birbirlerine zayıf hidrojen ve Van der Waals bağları ile bağlıdır. Isı uygulaması ile kolayca kopan bu bağlar soğuma ile yeniden oluşmaktadır. Dolayısıyla termoplastik polimerler ısıtılarak yumuşatılabilir, yeniden şekillendirilebilir veya eritilebilir. Termoset polimerde ise, moleküller çapraz bağlar ile sıkıca bağlı olup rijit bir 3 boyutlu yapı oluştururlar. Polimerizasyon reaksiyonu

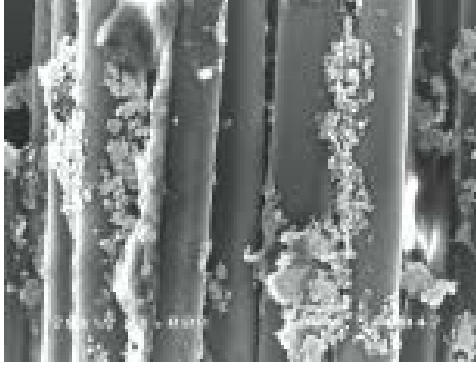
tamamlandıktan sonra termoset polimerin eritilmesi mümkün değildir. Ancak çapraz bağların sayısı yetersiz ise ısı ile yumuşatma kısmen mümkün olabilmektedir.<sup>(69)</sup>



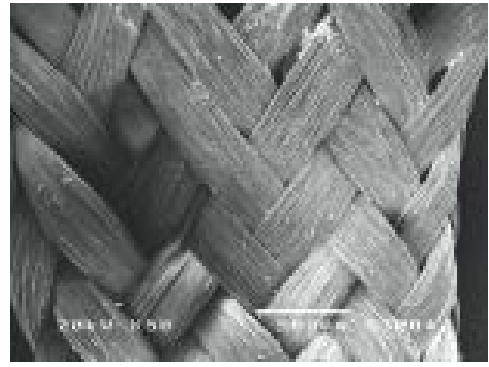
Şekil 2.7. Termoplastik monomer (a) ve Termoset monomer (b) şematik gösterimi.<sup>(69)</sup>

### 2.5.2 Fiberlerin Sınıflandırılması

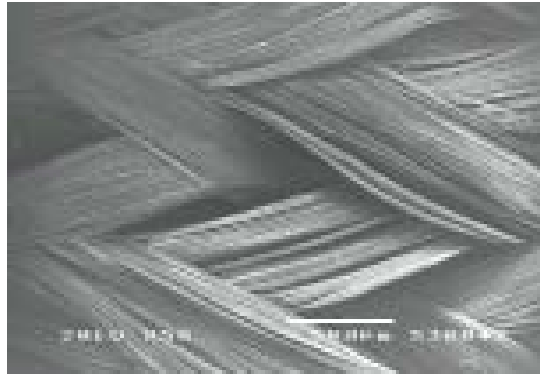
Fiber; “transversal çap veya kalınlığı 250  $\mu\text{m}$ 'yi geçmeyen ve uzunluğu çapının genellikle 100 katından fazla olan, uzun uniform bir materyal” olarak tanımlanır. Fakat bazı durumlarda, örneğin kısa fiberler gibi, bu oran azalabilmektedir.<sup>(70)</sup> Fiber yönelimi, içeriği ve dağılımı; fiber ile güçlendirilen materyalin kompresif gücünü, modülüsünü, çekme gerilimini, elektrik ve ısı iletkenliğini, yorulma direncini, yoğunluğunu ve fiyatını doğrudan etkilemektedir.<sup>(65)</sup> Fiberler üretildikleri materyalin içeriğine, fiber mimarilerine, yüzey yapılarına ve kullanım yerlerine göre sınıflandırılabilir. Kullanılan temel malzemeler genellikle cam, polietilen ve kevlar fiberleridir. Fiberler tek yönlü veya örgü veya ağsı mimariye sahip olabilirler.<sup>(67)</sup>



Şekil – 8A



Şekil – 8B



Şekil - 8C

**Şekil 2.8.** Farklı mimarilere sahip fiberlerin SEM görüntüleri: (a) StickTech (tek yönlü) (b) Glass Span (halat örgüsü) Connect (örgü)<sup>(67)</sup>

Günümüzde sıklıkla kullanılan fiberler genellikle

- Cam,
- Karbon/grafit,
- Polietilen,
- Quartz,
- Seramik gibi malzemelerden üretilmektedir<sup>(69)</sup>

### 2.5.3 Fiber-Matriks Adezyonu

Silanlar bir silikona bağlı karbon atomu bulunduran, hibrit organik-inorganik bir kimyasal bileşimdir. Bu bileşimler silikon esterleri olup silanizasyon uygulamalarında bağlama ajanı olarak işlev görmekte, benzer olmayan matriks yapıların birbirine bağlanmasını sağlamaktadır.<sup>(71)</sup>

Preimpregnasyon, interpenetre polimer ağı (IPN) ve plasma-etching gibi teknikler de bağlantı kuvvetinin artırılması amacıyla kullanılmaktadır.<sup>(68)</sup>

#### 2.5.4 Oral Kavitede Fiberler

Ağız içi ortamı ani pH ve sıcaklık değişimleri, yıkıcı kuvvetlerin varlığı ve tükürük gibi etkenler dolayısıyla restorasyonlar için oldukça kötü bir ortamdır.<sup>(72)</sup> Restorasyonların özellikle molar bölgede, günde 3000 defa, 900 N'a varan çiğneme kuvvetlerine dayanıklı olması gerekmektedir. Bu ortamın çalışmalarda simüle edilmesi tam olarak mümkün olmamakla birlikte, literatürde yapay yaşlandırma testleri genellikle 5 °C ile 55 °C arasında 6000 tekrarlı olarak yapılmaktadır.<sup>(73)</sup>

Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin yapısında bulunan monomerlerin konversiyon derecelerine bağlı olarak, biyouyumluluk sorunları ile karşılaşabilmektedir. Genel olarak, fiberle güçlendirilmiş kompozitlerdeki rezin monomerleri %35 ile %77 arasında konversiyon oranlarına sahiptir.<sup>(74)</sup> Polimerizasyon büzülmesi sonrası görülen boyutsal değişimler, marjinal boşluklara ve bakteri invazyonuna sebep olabilmektedir.<sup>(75)</sup> *S. Sobrinus* ve *L. Acidophilus* gibi bakterilerin kolonizasyonu rezin bazlı kompozitlerin varlığında kolaylaşmakta, kompozit restorasyonlarda altın veya amalgam restorasyonlara göre daha sık inflamasyon gözlemlenmektedir. Bu durum muhtemelen antibakteriyel monomerlerin polimerizasyon sonrası etkilerinin azalması ve yüzeyde plak birikimi sonucu meydana gelmektedir.<sup>(76)</sup>

Rezin bazlı kompozitlerin doldurucu içeriği de sitotoksikiteyi etkilemektedir. Örneğin, uzun vadede akışkan kompozitlerin diğer rezin kompozitlere oranlara daha sitotoksik olduğu gösterilmiştir.<sup>(77)</sup> Matriks yapısında bulunan çapraz bağlayıcı monomerler bis-GMA ve TEGDMA'nın mutajenik ve karsinojenik etkileri bulunduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır.<sup>(78)</sup>

#### 2.6 Fiber ile Güçlendirilmiş Post Çeşitleri

Endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda, konvansiyonel döküm metal postlar fiziksel özellikleri ve yüksek biouyumlulukları sebebiyle uzun yıllardır kullanılmaktadır.<sup>(79)</sup> Ancak retansiyon kaybı, korozyon riski, kök fraktürleri ve estetik özelliklerinin düşük olması gibi dezavantajlarının bulunması, hekim ve üreticileri farklı materyal arayışına itmiştir.<sup>(80-82)</sup>

### 2.6.1 Karbon Fiber ile Güçlendirilmiş Epoksi Rezın Postlar

İlk olarak Duret ve ark.<sup>(83)</sup> tarafından 1990 yılında karbon fiber ile güçlendirilmiş nonmetalik bir post materyali olarak tanıtılmıştır. 'Composipost' (Recherches Techniques Dentaires [RTD], Meylan, Fransa), adı verilen bu post sistemi, epoksi rezın matrisi üzerinde hizalanmış karbon fiberlerden oluşmakta ve anizotropik özellik göstermektedir.<sup>(84)</sup> Materyalin farklı yönlerden gelen kuvvetlere farklı tepkiler gösterebilmesini sağlayan bu özellik, kök fraktürü ve desimantasyon riskinin azalmasını sağlayarak klinik olarak da belirgin bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>(85)</sup> Materyalin yapısında bulunan karbon fiberler, gelen kuvvetleri uniform şekilde dağıttıklarından materyalin yüksek dirence sahip olmasını sağlamaktadır.<sup>(86)</sup> Ayrıca bu post, yüksek yorgunluk ve çekme direncine sahip olup, dentine yakın bir elastisite modülüsüne sahiptir. Bis-GMA rezınlerine uyumlu yapısı nedeniyle simantasyonunda polimer dentin bağlanma ajanları ve rezın simanlar kullanılabilir ve etkili bir şekilde streslerin aktarılması sağlanarak kök fraktürlerinin önüne geçilmektedir.<sup>(87)</sup>



**Şekil 2.9.** Farklı çaplara sahip karbon fiber ile güçlendirilmiş epoksi rezın postlar. İki adet stabilizasyon konisi streslerin dengeli dağıtılmasını hedeflemektedir.<sup>(86)</sup>

Bütün bu avantajlı özelliklerinin yanında, karbon fiber postların *in vivo* kullanımları tartışmaya açıktır. Ferrulenin bulunmadığı durumlarda karbon fiber postlara gelen yükler postta bir esneme hareketi oluşturmakta ve restorasyon marjinlerinde mikroaralığa sebep olarak bağlanma kuvvetinde düşüslere, bakteri ve oral sıvıların geçişine izin veren mikrosızıntıya sebep olmaktadır.<sup>(88)</sup> Ayrıca, karbon fiber postların radyoopak özelliklerinin düşük olması ve siyah renginin tam porselen restorasyonlarda oluşturduğu estetik problemler kullanımlarını kısıtlamaktadır.<sup>(89)</sup>

### 2.6.2 Cam Fiber ile Güçlendirilmiş Epoksi Rezin Postlar

Karbon fiber ile güçlendirilmiş epoksi rezin postların düşük estetik özellikleri, hekim ve üreticileri diş renginde materyallerin arayışına itmiştir. 1992 yılında üretilen cam fiber postlar beyaz veya translusent olduklarından özellikle ön bölge tam estetik restorasyonlarda tercih edilmiştir.<sup>(90)</sup> Ayrıca, cam fiber postlar yüksek elastisite ve düşük elektrik iletkenliği özelliklerine sahip olup, çözünme ve biyokimyasal bozulmaya karşı dirençlidir.<sup>(91)</sup> Bu postlar tek yönlü cam fiberlerin rezin bir matriks içine gömülmesi ile elde edilmiş olup yüksek monomer konversiyonu ve çapraz bağlara sahip bir yapıdadır.<sup>(90)</sup>



Şekil 2.10. RelyX Cam fiber post<sup>(92)</sup> (3M, Minnesota, ABD)

Cam fiber postlar, kompozisyonlarına göre farklı sınıflara ayrılmakla birlikte en sık kullanılan tipleri şunlardır;

-E-Cam fiberler (Electrical Glass) ağırlıkça %54.5 SiO<sub>2</sub>, %14.5 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %17 CaO, %4.5 MgO, %8.5 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0.5 Na<sub>2</sub>O içeriğine sahiptir. Yüksek direnci ve ekonomik olması sebebiyle en sık kullanılan cam tipidir.<sup>(93)</sup>

-S-Cam fiberler (High Strength Glass) ise ağırlıkça % 64 SiO<sub>2</sub>, %26 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 10 MgO içeriğine sahiptir.<sup>(69)</sup>

Cam fiber postların büyük bir kısmı, ultraviyole ışık geçirgenlikleri sayesinde dual-cure adeziv simanların kullanımına izin vermektedir. Geniş açılı kanallarda, ekstra preparasyon gerektirmediklerinden ve kanalın şeklini aldıklarından, cam fiber postlar ve doldurucu kompozitler dentin bütünlüğünü ve gücünü korumaya yardımcı olmaktadır.<sup>(88)</sup>

### 2.6.3 Polietilen Fiber ile Güçlendirilmiş Postlar

Çift bükülmüş polietilen fiber (Ribbond) (Ribbond, Seattle, ABD), özel bir şerit boyunca kuvvetin dağıtılmasını sağlayan fiber ipliklerden oluşur.<sup>(94)</sup> Bu materyalin soğuk plazma gazı ile güçlendirilmesi restoratif materyallere olan adezyonunu artırmıştır.<sup>(95)</sup> Örgülü yapısı, fiberlerin rezin ile infüzyonuna izin vermekte, kuvvetlerin etkili bir şekilde iletilmesini sağlamaktadır.<sup>(96)</sup>



Şekil 2.11. Ribbond'un (Ribbond, Seattle, ABD) kanala uyumlandırılması<sup>(97)</sup>

Transludent yapısı ile estetik restorasyonların yapımına imkân tanıyan polietilen fiber, kanal içine adapte edilmek suretiyle kullanılmaktadır. Bu durum, kanal morfolojisine tam olarak uyum göstermesini sağlamaktadır.<sup>(96)</sup> Polietilen fiber şeritler diş hekimliğinde travma splinti,<sup>(98)</sup> akrilik rezin kaidelerin güçlendirilmesi,<sup>(99)</sup> ortodontik retainer,<sup>(100)</sup> fiber ile güçlendirilmiş sabit protezlerin yapımı<sup>(101)</sup> gibi birçok farklı kullanım alanı bulmuştur.

#### 2.6.4 Quartz Fiber ile Güçlendirilmiş Postlar

Quartz ve cam, silika esaslı materyaller olup; quartz kristalin yapıya sahip iken, cam nonkristalize bir yapıdadır. SiO<sub>2</sub> moleküllerinin tekrarlayan ünitelerinin oluşturduğu quartz minerali, feldspardan sonra yer kabuğunda en bol bulunan ikinci mineraldir.<sup>(102)</sup> Quartz fiberleri, quartz çubuklarının oksji-hidrojen alevinde ısıtılması ve filament formuna getirilmesi ile elde edilir. Yüksek saflıktaki quartz kristalleri nadir olarak görüldüğü için quartz fiberlerinin üretimi cam fiberlerinden daha pahalıdır.<sup>(103)</sup>



Şekil 2.12. Shape R--Ball Post Plus (Shanghai BiJELA Medical Devices, Şangay, Çin)<sup>(104)</sup>

Quartz fiber postlar da cam fiber postlar gibi yüksek estetik özelliklere ve ışık geçirgenliğine sahiptir.

#### 2.7. Post Kor Restorasyonlarda Görülen Biyolojik ve Mekanik Başarısızlıklar

Post kor sistemler ile restore edilen kanal tedavili dişlerin klinik başarıları, çok sayıda faktöre bağlıdır. Kalan diş dokusu miktarı, duvar sayısı gibi diş yapısına bağlı faktörlerin yanında materyal seçimi, kullanılan siman türü gibi faktörler de endodontik tedavili dişlerin ömürlerini doğrudan etkilemektedir.<sup>(105)</sup> Endodontik tedavili dişlerde görülen başarısızlık oranlarına bakıldığında, ilk sırada desimantasyon olgularının bulunduğu görülmektedir. Sekonder çürük gelişimi ve post fraktürleri de ciddi başarısızlık nedenleri arasındadır.<sup>(1)</sup> Kullanılan post materyallerinin mekanik özellikleri ve simantasyon prosedürleri de endodontik tedavili dişlerin biyomekanik



davranışlarında değişikliğe sebep olmaktadır.<sup>(106)</sup> Dolayısıyla kök ve post kırığı, post desimantasyonu veya protetik başarısızlıklar dişlerin ağızda kalma sürelerini farklı derecelerde etkilemektedir.<sup>(107)</sup> Bu başarısızlık tipleri içerisinde en olumsuz durum hiçbir tamire imkan vermeyecek kırıkların oluşumudur. Bu durumda dişlerin çekimini gerekmektedir.

## **2.8. Post Korlar ile Restore Edilen Dişlerin Kırılma Direncine Etki Eden Faktörler**

Endodontik tedavili dişler vital dişlerden farklı fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir. Çürük ve giriş kavitesinin oluşturulması sırasında kayba uğrayan sert dokular dişleri fraktürlere daha yatkın hale getirmektedir.<sup>(108)</sup> Eskiden endodontik tedavili dişlerde post uygulamalarının yıkıcı kuvvetleri dentin üzerinden destek dokulara aktardığı düşüncesiyle fraktür direncini arttırdığı düşünülmekteydi,<sup>(109)</sup> fakat güncel *in vivo* ve *in vitro* çalışmalar post uygulamalarının dişleri güçlendirmedeğini göstermiştir.<sup>(110, 111)</sup> Ayrıca post kor sistemlerin uygulama esnasında ve fonksiyonda kök kırıklarına sebep olabilen streslere sebep olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur.<sup>(112)</sup> Dolayısıyla, post korlar diş yapısının güçlendirilmesinden ziyade, yapılacak daimi protetik restorasyona retansiyon sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.<sup>(113)</sup>

### **2.8.1. Ferrule Etkisi**

Ferrule konsepti, preparasyon aşamasında köle bölgesinde dişi çepeçevre saran sağlıklı bir dentin dokusunun korunmasının dişin biyomekanik bütünlüğüne fayda sağlayacağı görüşünü savunur.<sup>(114)</sup> Ferrule yüksekliği,<sup>(115)</sup> kalınlığı,<sup>(116)</sup> ve bölgesel bütünlüğü<sup>(117)</sup> üzerine yapılan çalışmalarda 1.5 ile 2 mm arasında yüksekliğe sahip ferrule oluşturulmasının dişlerin fraktür rezistansını arttırarak klinik başarıya katkı sağladığı belirtilmiştir.

### **2.8.2. Post Çapı**

Post yuvaları hazırlanırken, gereksiz madde kayıpları engellenerek dişlerin zayıflamasının önüne geçilebilir. Büyük çaplı postların diş dokularına daha fazla stres oluşmasına sebep olduğu ve kırılma dirençlerini azalttığı gösterilmiştir.<sup>(118)</sup>

Lloyd ve Palik,<sup>(119)</sup> kök çapının 1/3'ünü geçmeyen ve minimum 1 mm çapa sahip post uygulamalarının klinik açıdan pratik bir rehber olarak kullanılmasının doğru

olmadığını bildirmiştir. Tey ve ark.<sup>(120)</sup> cam fiberle güçlendirilmiş epoksi rezin postlar üzerine yaptıkları çalışmada tamir edilmesi güç kırıkların önüne geçmek amacıyla daha küçük çaplı postların kullanılmasını önermişlerdir.

### **2.8.3. Post Dizayını**

Post dizaynının doğru yapılması, endodontik tedavili dişlerin prognozunu doğrudan etkilemektedir. Apikal uçta 2-3 mm'lik bir koniklik açısına sahip paralel postların streslerin daha iyi yayılmasını sağladığı ve kök dentininde daha konservatif olmaya imkan tanıdığı düşünülmektedir.<sup>(121)</sup>

Post tercihinde yüzey şekli de göz önünde bulundurulmalıdır. Aktif postlar retansiyonlarını vida yivleri sayesinde kazanırken paralel postlar simante edilerek uygulanmaktadır. Literatürde, aktif postlarda (%7) ucu incelen (%2) ve paralel postlara (%1) göre daha fazla kök kırığı görüldüğü belirtilmiştir.<sup>(121)</sup>

### **2.8.4. Siman Seçimi**

Post simantasyonunda polikarboksilat, cam iyonomer, rezin ve rezin ile modifiye edilmiş cam iyonomer simanlar kullanılmaktadır. Desimantasyon problemi postlarda karşılaşılan en sık başarısızlık sebebi olduğundan hekimler kullandıkları post sistemine bağlı olarak farklı simanların retansiyon özelliklerini de göz önünde bulundurmalıdır.<sup>(1)</sup> Post simantasyonunda kullanılan güncel adeziv sistemler konvansiyonel simanlara göre marjinal uyumu ve retansiyon kuvvetini arttırmakta, kökteki stresleri azaltmakta ve tamiri mümkün olmayan kırıklara daha az sebep olmaktadır.<sup>(122)</sup>

Adeziv rezin simanlar diş ve post yapılarına kimyasal bağlantı sağlayarak retansiyonu arttırmaları sebebiyle tercih edilmektedir. Simantasyon materyali, okluzal yükler karşısında tamponlama görevi görerek streslerin dağıtılmasına yardımcı olmaktadır<sup>(46, 123)</sup>. Ayrıca, kor yapımında veya post simantasyonunda kullanılan rezin materyal fiber postların kompozit üst yapılara bağlanmasını da sağlamaktadır.<sup>(124)</sup>

## 2.9. Kırılma Dayanımı Testi

Post uygulanmış dişlerin ağız ortamında maruz kaldıkları kuvvetlerin simüle edilmesi *in vitro* çalışmalarda oldukça zordur. Kırılma dayanımı testleri postların karşılaştıkları kuvvetler karşısındaki karakteristiklerinin gösterilmelerine yardımcı olmaktadır.



Şekil 2.13. Universal test cihazı ve örneğin kırılma testine tabi tutulması<sup>(125)</sup>

Post uygulanmış dişler universal test cihazı ile test edilmekte, sonuçlar Newton cinsinden kayıt altına alınmaktadır.

Çalışmalarda dişlerin kırılma tiplerinin belirlenmesi için farklı sınıflandırmalar kullanılmıştır. Fokkinga ve ark.<sup>(126)</sup> yaptıkları analizde kırılma tiplerini şu şekilde sınıflandırmışlardır:

### Tamir Edilebilir Kırıklar

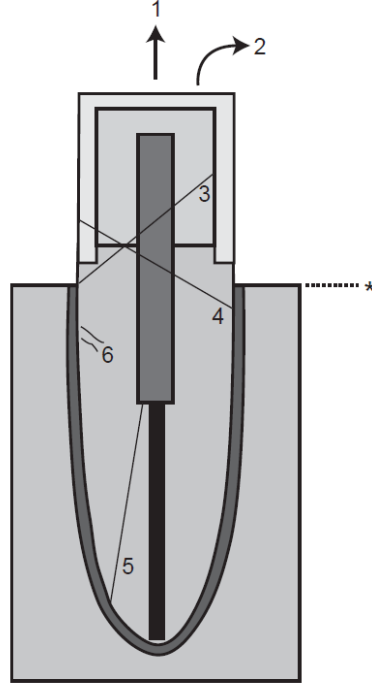
1. Post ve kor yapısının tam ayrılması,
2. Post ve kor yapısının kısmi ayrılması,
3. Post-kor-diş kompleksinin kemik seviyesinin üstünde kırılması.

### Tamir Edilemeyen Kırıkları

4. Post-kor-diş kompleksinin kemik seviyesinin altında kırılması,

5. Dikey kök kırığı,

6. Kemik seviyesi altındaki çatlaklar.



Şekil 2.14. Kırılma tiplerinin sınıflandırılması<sup>(126)</sup>

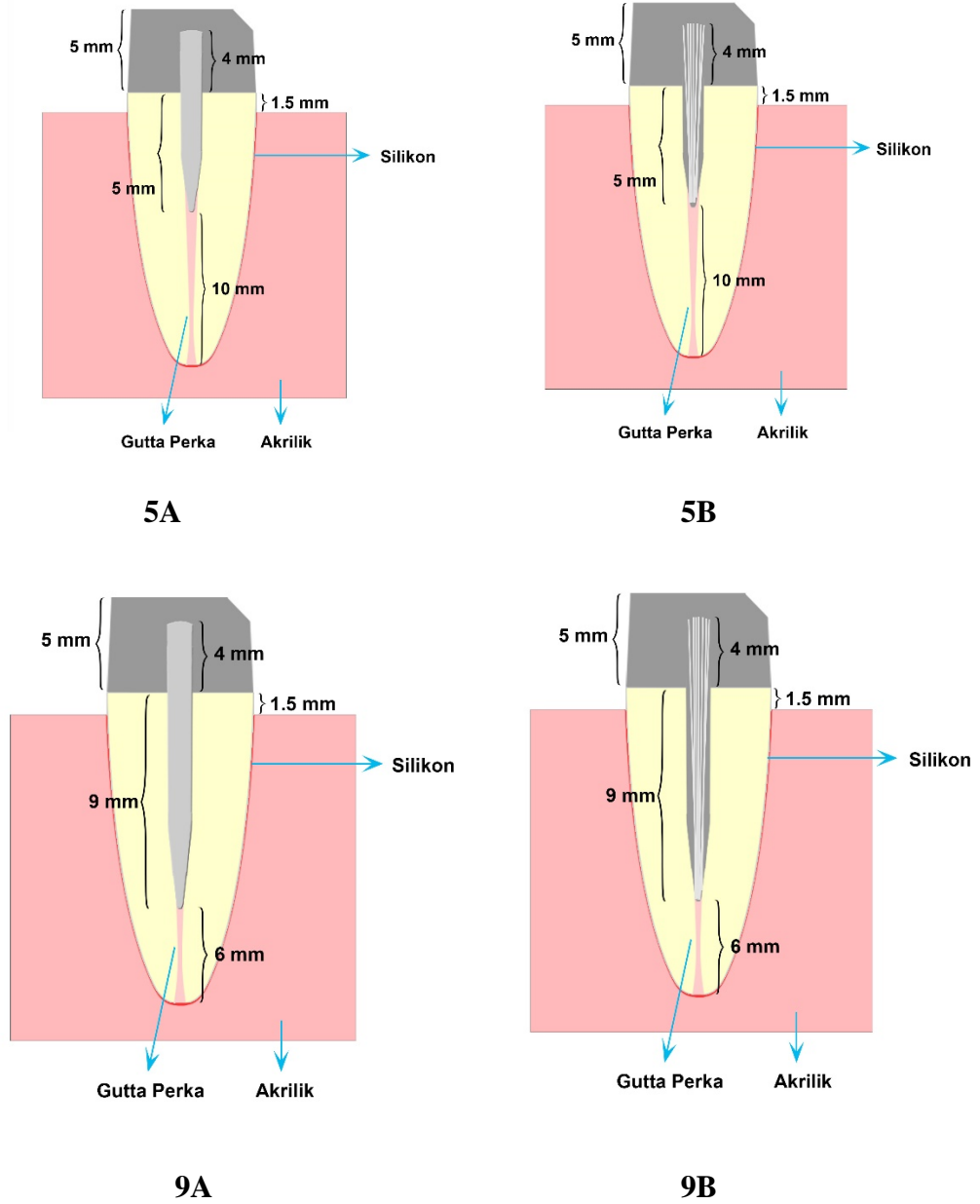
## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda, Akdeniz Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onayı alınarak, periodontal veya ortodontik sebepler ile çekilmiş 40 adet insan alt 1. premolar dişi kullanıldı. Dişlerin çalışmaya dahil edilme kriterleri çürük veya kök çatlaklarının olmaması, daha önceden endodontik tedavi, post veya kron uygulaması yapılmamış olması, rezorbsiyon bulunmaması ve lateral kanalların olmaması şeklinde belirlendi. Diş boyutlarının standardize edilmesi amacıyla  $14.5\pm 0.5$  mm kök uzunluğuna sahip dişler ve benzer bukkal-lingual ve mezio-distal uzunluğa (%10) uzunluğa sahip dişler seçildi. Dişler çekim sonrası 5 dk boyunca %5.25'lik NaOCl solüsyonunda dezenfekte edilerek %0.9'luk serum fizyolojik çözeltilinde beklemeye alındı. Örnek hazırlığı öncesinde diş yüzeylerindeki doku artıkları ve debris bir scaler kullanılarak uzaklaştırıldı.

### 3.1.Örneklerin Hazırlanması

Dişlerin kron ve kök kısımları alet yardımıyla (KaVo, Warthausen, Almanya) su soğutması altında bir elmas fissür frez (Azdent, Shenzen, Çin) kullanılarak mine sement sınırından uzun eksenlerine dik olarak ayrıldı. Farklı kanal formasyonlarına sahip dişler bu aşamada çalışma dışı bırakıldı. Dişler rastgele 4 gruba ayrıldı. Bu gruplar;

1. 9 mm'lik post uzunluğuna sahip geleneksel fiber post (Rebilda Post, Voco, Cuxhaven, Almanya) (9A)
2. 5 mm'lik post uzunluğuna sahip geleneksel fiber post (Rebilda Post, Voco, Cuxhaven, Almanya) (5A)
3. 9 mm'lik post uzunluğuna sahip demet şeklinde fiber post (Rebilda Gt, Voco, Cuxhaven, Almanya) (9B)
4. 5 mm'lik post uzunluğuna sahip demet şeklinde fiber post (Rebilda Gt, Voco, Cuxhaven, Almanya) (5B) olarak belirlendi.



Şekil 3.1. Örneklerin şematik çizimleri

### 3.2. Örneklerin Kök Kanal Tedavilerinin Yapılması

Örneklerin endodontik tedavileri Protaper Next (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, İngiltere) nikel titanyum döner alet sistemiyle crown-down preparasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirildi. Dekoronasyonu gerçekleştirilen dişlerin kanallarına 15 numara K tipi eğe ile rehber yol oluşturuldu. Kanal açıklığı doğrulanan örneklere 15 numaralı K tipi el eğesi apikal uçtan görülecek şekilde yerleştirildikten sonra eğenin boyu ölçüldü. Elde edilen boydan 1 mm kısa olacak şekilde kanal boyları belirlendi. Kanal boyu belirlenen her bir örnekte sırasıyla X1 (#17.04), X2 (#25.06) ve X3

(#30.06) numaralı eğeler kullanıldı. Her eğe arasında irrigasyon solüsyonu olarak 2 ml %5,25'lik NaOCl kullanıldı. Son irrigasyon solüsyonu olarak 2 ml %0.9'luk serum fizyolojik kullanıldı. Kanallar kağıt kon (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, İngiltere) ile kurulandıktan sonra AH + jet (AH 26; Dentsply Detrey, Konstanz, Almanya) kanal patı ve Protaper Next X3 gutta perka (Dentsply Detrey, Konstanz, Almanya) ile tek kon tekniği kullanılarak dolduruldu. Kanal ağızları çinko fosfat siman (Adhesor, Spofa Dental, Markova, Çekya) kullanılarak kapatıldıktan sonra nemli ortamda bir hafta bekletildi.

### 3.3. Post Yuvalarının Açılması

Bir hafta sonra çinko fosfat siman uzaklaştırılarak post yuvalarının açılması işlemine başlanıldı. Post yuvaları açılırken Rebilda Post Sisteminin (Voco GMBH, Cuxhaven, Almanya) frezi kullanıldı. Bütün örneklerde en az 5 mm'lik kanal dolgusu sağlam kalacak şekilde post yuvaları hazırlanarak gutta perka uzaklaştırıldı.



şekil 3.2. Post yuvalarının açılması

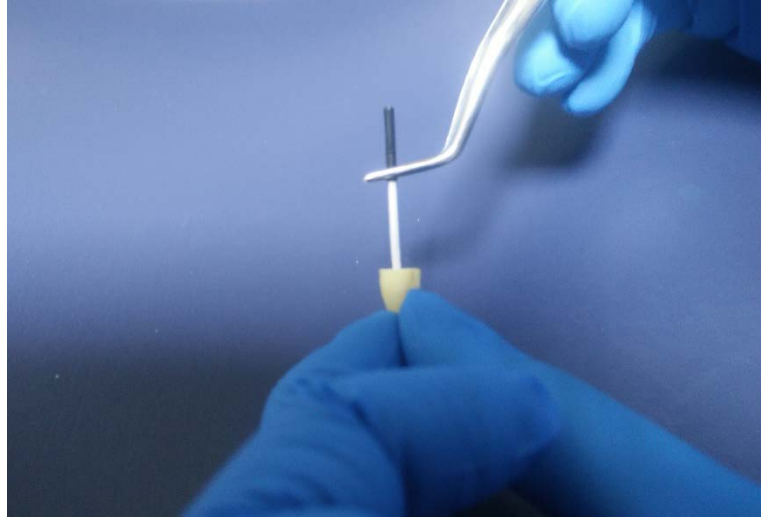
### 3.4. Postların Simantasyonu ve Kor Yapılarının Oluşturulması

Post yuvaları açıldıktan sonra gutta perka parçalarının kanaldan uzaklaştırılması amacıyla kök kanalları serum fizyolojik ile yıkanarak kağıt kon vasıtasıyla kurulandı. Postların kanal içi uyumları kontrol edildi ve postların kanalın dışında kalacakları uzunluk 4 mm olacak şekilde düzenlemeler yapıldı. Alkol ile dezenfekte edilen postlar hava spreyi vasıtasıyla kurutuldu. Postlara silan (Ceramic Bond, Voco GMBH,

Cuxhaven, Almanya) fırça yardımıyla uygulandı ve 60 saniye beklenilerek hava spreyi ile kurutuldu.



Şekil 3.3. Silan ajanı



Şekil 3.4. Post uyumunun kontrolü

Postun kanal içi adezyonunun sağlanması amacıyla bir self etch dual cure bonding ajanı (Futurabond DC, Voco GMBH, Cuxhaven, Almanya) köklerin koronal yüzeylerine ve kanal içine 20 saniye süreyle tatbik edilerek hava spreyi ile kurutuldu.





Şekil 3.5. Kanal içi bond uygulaması

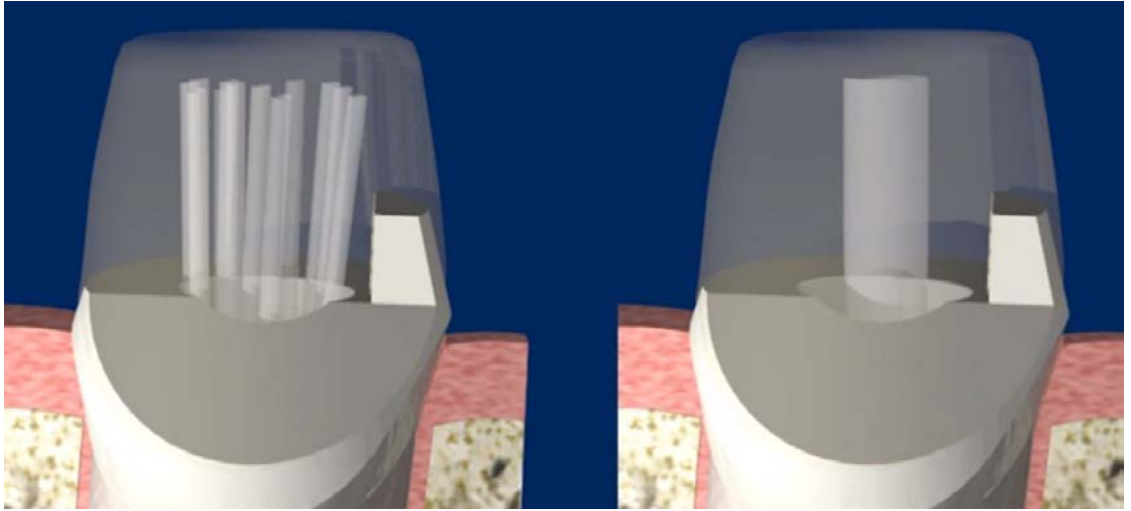
Dual cure kor yapım materyali (Rebilda DC, Voco GMBH, Cuxhaven, Almanya) kanal içlerine özel başlığı vasıtasıyla uygulanarak postlar yerleştirildi. 40 saniye boyunca ışık cihazı (Valo Cordless LED Curing Light, Utah, ABD) ile polimerize edildi. Kor yapılarının standardize edilmesi amacıyla bir kalıbın içine kor yapım materyali toplamda 5 mm'lik uzunluğa sahip kor yapıları elde edilecek şekilde enjekte edilerek 40 saniye boyunca ışık ile polimerize edildi. Kalıp çıkarılmadan önce 5 dakika beklenilerek kimyasal polimerizasyonun tamamlanması sağlandı. Kor yapıların düzenlenmesi su soğutması altında aeratör (KaVo, Warthausen, Almanya) ile elmas frezler (Azdent, Shenzen, Çin) ile yapıldı.



Şekil 3.6. Kor yapımında kullanılan dual cure akışkan kompozit



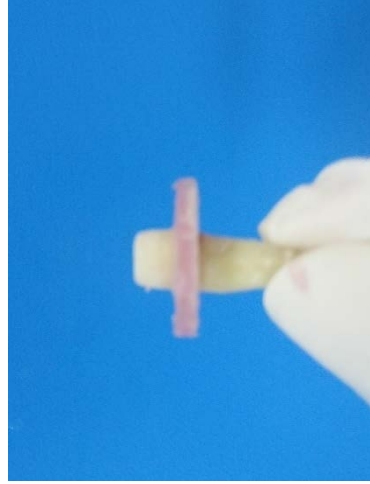
Şekil 3.7. Kullanılan kalıp materyali



Şekil 3.8. Kullanılan post sistemleri

### 3.5. Akrilik Blokların Elde Edilmesi

Kor yapıları tamamlanan dişlerin etrafına mine sement sınırının 1.5 mm apikaline kadar uzanan mum diskler uygulandı. Mum diskler dişlerin kalıplara yerleştirilirken eksenlerinin değişmemesi, kalıpların merkezinde kalmasını sağlaması ve periodontal membran uzunluğunun standardize edilmesi amacıyla kullanıldı.



**Şekil 3.9.** Mum diskin uygulanması

Periodontal membranın taklit edilebilmesi için köklerin etrafı yaklaşık 0,2-0,3 mm kalınlığında daldırma mumu ile kaplandı ve örnekler 10 cc'lik uç kısımları kesilmiş plastik enjektörler içine yerleştirilerek akrilik rezin ( Meliodent, Kulzer GMBH, Hanau, Almanya) içerisine gömüldü. Akrilik rezin ilk sertleşme belirtilerini gösterdiğinde örnekler bloklardan ayrılarak etraflarındaki mum tabaka uzaklaştırıldı. Daha sonra bu boşluklara düşük vizkoziteli polivinil siloksan (Elite HD+, Zhermack, Badia Polesine, İtalya) ölçü maddesi enjekte edilerek yapay bir periodontal membran oluşturuldu.

### **3.6 Termal Çevrim İşlemi ve Kırılma Dayanımı Testi**

Örnekler, ağız içi koşullarının simülasyonu amacıyla termal çevrim işlemine tabi tutuldu. Ağız içinde 5 sene kullanımın taklit edilmesi amacıyla 5 ile 55 °C'lik su içeren tanklarda 20 saniye boyunca tutulan örneklere bu işlem 5000 kez uygulandı.

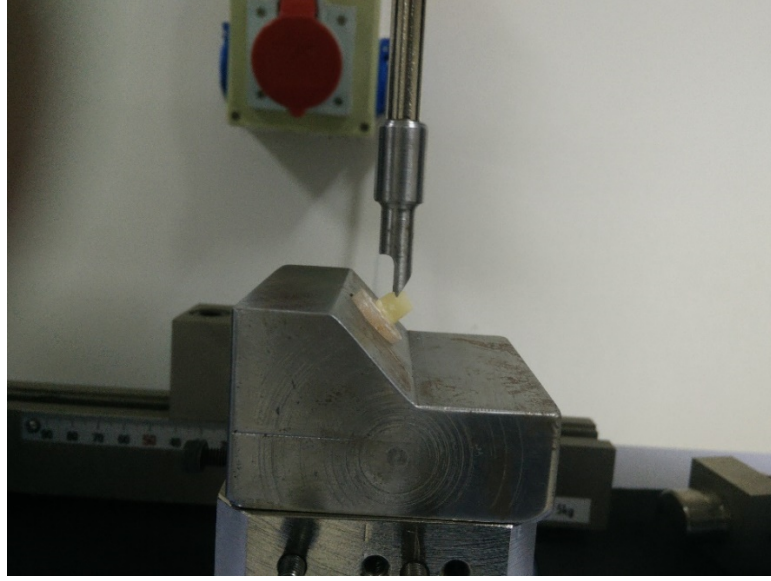


**Şekil 3.10.** Termal Çevrim Cihazı

Örneklerin kırılma testi Akdeniz Üniversitesi Malzeme Bilimleri laboratuvarında bulunan üniversal test cihazı (Shimadzu Corp. Kyoto, Japonya) vasıtasıyla gerçekleştirildi. Örneklerin sabitlenmesi amacıyla özel olarak üretilmiş bir metal tutucu kullanıldı. 45°'lik açı ile 0.5 mm/dk. hızında uygulanan kuvvet sonrası kırılmanın meydana geldiği andaki kuvvet değerleri ve kırılma tipleri kaydedildi.



**Şekil 3.11.** Universal Test Cihazı



Şekil 3.12. Özel tutucu ve kuvvetin uygulanması

Mekanik yükleme sonrasında örnekler kırık tipleri yönünden incelemeye tabi tutuldu. Örneklerin tamir edilemeyeceğine Scotti ve ark.'nın<sup>(127)</sup> önerdiği protokole göre, optik büyütme altında karar verildi. Tamir edilebilir kırıklar mine-sement sınırın üstünde görülen kırıklar, kor kırılmaları ve kor yapısının kökten ayrılması olarak belirlenirken; tamir edilemeyen kırıklar mine sement sınırın altına uzanan kırıklar olarak belirlendi.

### 3.7. İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistikler frekans, yüzde, ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri ile sunulmuştur. Normal dağılım varsayımı kontrolü Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiştir. İki grubun dağılımı normal dağılıma uyduğunda Bağımsız örneklem t testi, uymadığında Mann-Whitney U Testi yapılmıştır. Kategorik verilerin analizinde Pearson Ki-Kare Testi kullanılmıştır. Analizler SPSS 23.0 (International Business Machines Corp, New York, ABD) programı ile yapılmıştır. 0,05'den küçük  $p$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

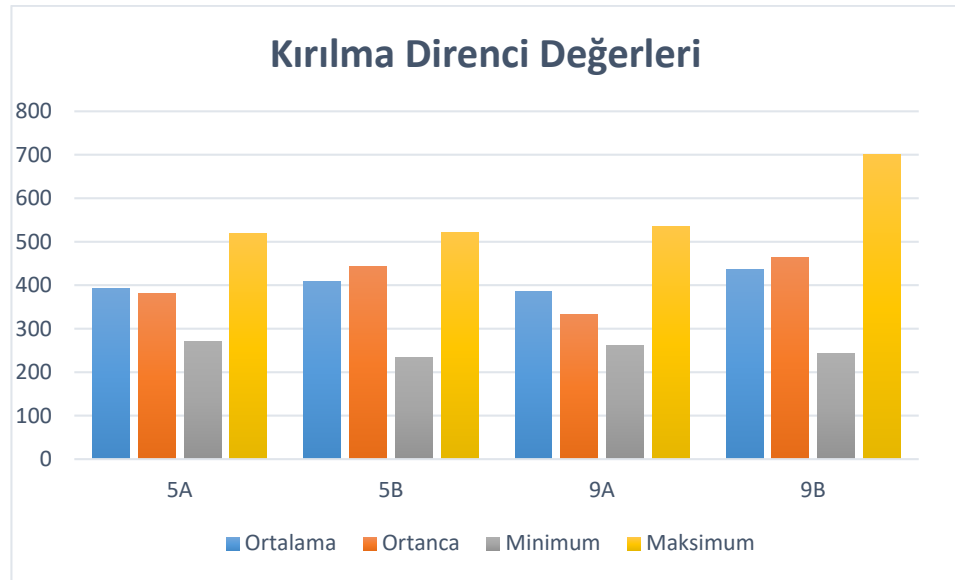
## BULGULAR

Deney grupları termal siklus işlemi sonrasında üniversal test cihazı (Shimadzu Corp. Kyoto, Japonya) vasıtasıyla kırılma testine tabi tutuldu. Kırılma testinin Newton cinsinden sayısal sonuçları tablo 4.1’de görülmektedir.

**Tablo 4.1** Grupların Kırılma Direnci Değerleri

Gruplar	Ortalama	Ortanca	Minimum	Maksimum
5A	391,39	380,7	270,9	518,6
5B	408,49	442,2	233,4	520,8
9A	384,79	333	261,1	535,4
9B	435,55	464,05	241,9	700,5

Kırılma direnci açısından değerlendirildiğinde en yüksek kuvvetin 464,05 N ortanca değeri ile 9B grubunda görüldüğü tespit edildi. En düşük kuvvet ise 333 N ile 9A grubunda görülmüştür. Grupların kırılma direnci ortalamaları şekil 4.1’de görülmektedir.



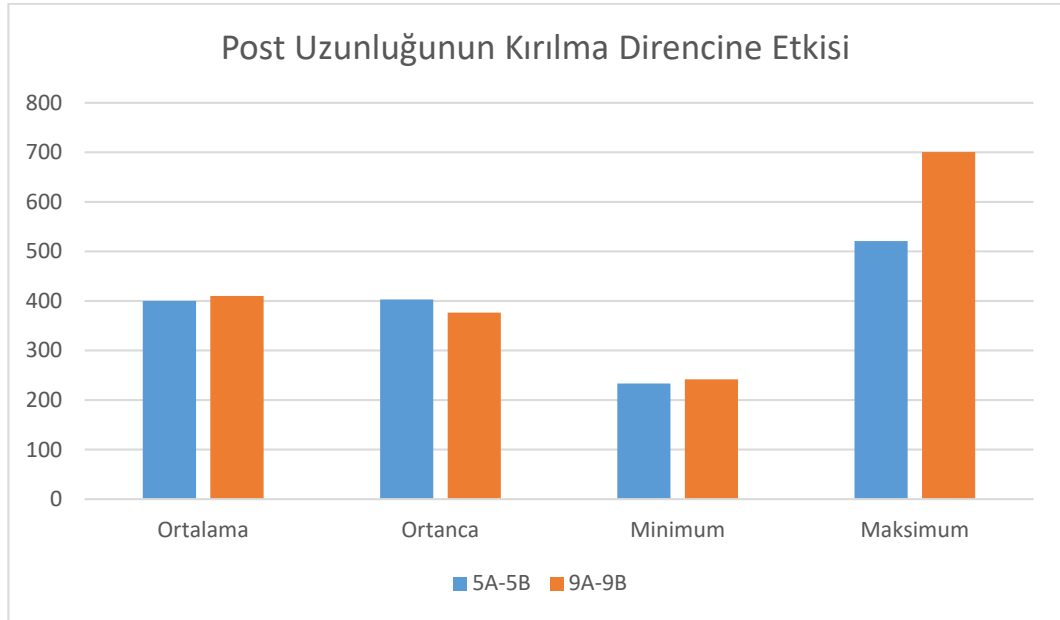
**Şekil 4.1.** Tüm grupların kırılma direnci değerleri

5 mm’lik ile 9 mm’lik post gruplarının kırılma dirençleri kıyaslamaları tablo 4.2’dedir.

**Tablo 4.2.** Grupların farklı uzunluklardaki kırılma dirençleri

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	<i>p</i>
5A-5B	20	399,94	85,74	403	233,4	520,8	0,777
9A-9B	20	410,17	134,99	376,45	241,9	700,5	

9 mm'lik kanal içi uzunluğa sahip post gruplarının ortalama kırılma dirençleri 5 mm'lik kanal içi uzunluğa sahip post gruplarından daha yüksek olmasına karşın farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Grafikselsel gösterim şekil 4.2'te verilmiştir.



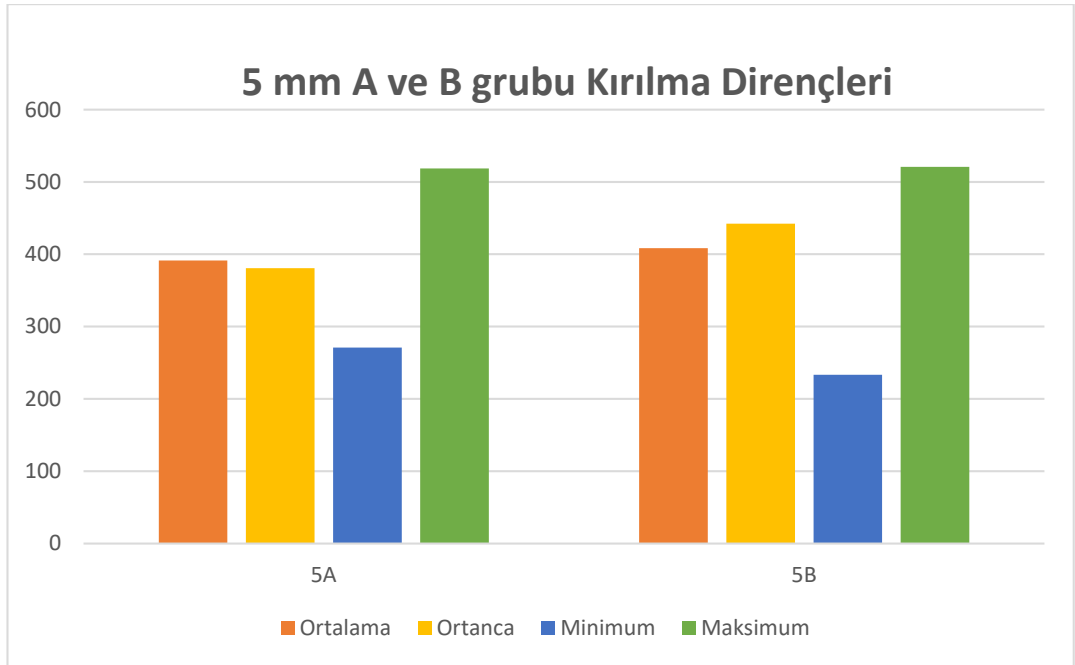
**Şekil 4.2.** 5 ve 9 mm uzunluklardaki post gruplarının kırılma dirençlerinin kıyaslanması

5 mm'lik kanal içi uzunlukta A ve B gruplarının kırılma dirençlerinin karşılaştırılması sonucu elde edilen değerler tablo 4.3'te gösterildiği gibidir.

**Tablo 4.3.** 5A ve 5B gruplarının kırılma dirençleri

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	<i>p</i>
5A	10	391,39	76,96	380,7	270,9	518,6	0,668
5B	10	408,49	97,13	442,2	233,4	520,8	

5 mm'lik kanal içi uzunlukta A grubunu ifade eden konvansiyonel fiber post sisteminin kırılma direnci değerleri B grubunu ifade eden demet şeklindeki fiber post sisteminden düşük olmakla birlikte bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Grafikselleştirme şekil 4.3'te verilmiştir.



**Şekil 4.3.** 5A ve 5B gruplarının kırılma dirençleri

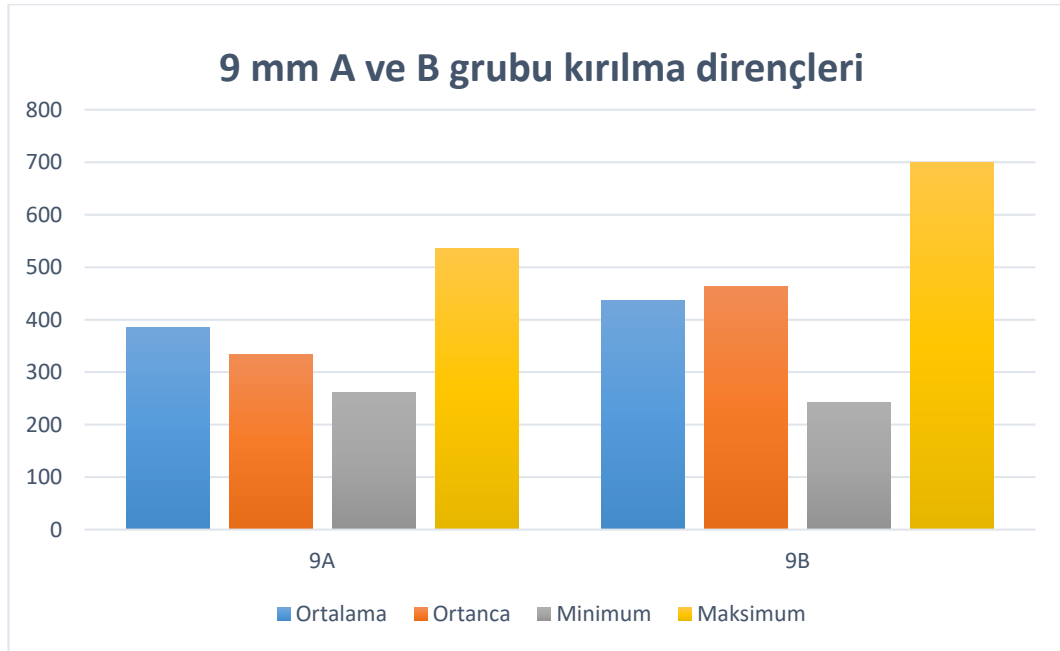
9 mm'lik kanal içi uzunlukta A ve B gruplarının kırılma direnci değerleri tablo 4.4'te gösterilmiştir.



**Tablo 4.4.** 9A ve 9B gruplarının kırılma direnci değerleri

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	<i>p</i>
9A	10	384,79	103,85	333	261,1	535,4	0,415
9B	10	435,55	162,03	464,05	241,9	700,5	

Demet halindeki fiber postlar çalışmada ulaşılan en yüksek kırılma direnci değerine 9 mm’de ulaşmıştır. B grubunun ortalama direnç değerleri A grubundan yüksek olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Grafikselsel gösterim Şekil 4.4’de verilmiştir.



**Şekil 4.4.** 9A ve 9B grubu kırılma direnci değerleri

Gruplar kırılma tipleri yönünden karşılaştırıldığında bütün gruplarda eşit sayıda tamir edilebilir kırık gözlenmiştir. Bütün gruplardaki tamir edilebilir ve tamir edilemeyen kırık miktarları tablo 4.5’te gösterilmiştir.

**Tablo 4.5.** Grupların Kırılma Tiplerinin Sınıflandırılması

Gruplar	N	Tamir Edilebilir Kırık	Tamir Edilemeyen Kırık
5A	10	6	4
5B	10	6	4
9A	10	6	4
9B	10	6	4

**Tablo 4.6.** Kırılma Tipleri ile Kuvvetler Arası İlişki

	N	Ortalama	Standard Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	<i>p</i>
Tamir Edilemeyen Kırık	16	424,46	125,38	403	257,8	700,5	0,423
Tamir Edilebilir Kırık	24	392,12	102,39	389,8	233,4	536,2	

Gruplar arasında kırıkların tamir edilebilirliği yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p>0.05$ ). Kuvvet miktarları ile kırılma tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bağlantının bulunmadığı tablo 4.6’da gösterilmektedir.

## TARTIŞMA

Endodontik tedavili dişler; önceden yapılan restorasyonlar, travma ve çürük gibi etkenler sebebiyle madde kayıplarına uğramakta ve bu durum dişlerin restorasyonunda güçlüğü ve uzun dönem protetik tedavinin başarısının etkilenmesine sebep olmaktadır.<sup>(128)</sup> Kanal tedavisi sonrası diş sert dokularındaki elastisite modülüsü, basma direnci veya sertlik gibi özelliklerin değişip değişmediği konusu hala tartışmalıdır.<sup>(28)</sup> Ancak, endodontik tedavi görüş dişlerin vital dişlere göre kırılmalara daha yatkın olduğu belirtilmiştir.<sup>(39, 129)</sup> Endodontik tedavili dişlerin daha düşük proprioseptif algıya sahip oldukları, dolayısıyla koruyucu reflekslerin etkilerinin azaldığı gösterilmiş olsa da,<sup>(130, 131)</sup> dentin yapısının *in vitro* kırılma dayanıklılığının azalması açıklanmakta yetersiz kalmaktadır. Bu yatkınlığın sebebi ilk olarak dentin yapısının kanal tedavisi sonrası nem kaybı ile daha kırılma eğilimli bir hal alması ile açıklanmaya çalışılmıştır.<sup>(132)</sup> Ancak, Papa ve ark.<sup>(133)</sup> yaptıkları çalışmada endodontik tedavi görmüş dişler ile vital kontralateral dişlerin dentin nem oranlarını kıyaslamış, anlamlı bir farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Huang ve ark.<sup>(134)</sup> da dentinin dehidratasyonu sonucu Young modülüsünün ve oransal limitlerinin azaldığını, fakat su kaybının dentin yapısını zayıflamasına etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır. Sedgley ve ark.<sup>(135)</sup> da benzer bir çalışma ile vital dentin endodontik tedavi görmüş dişlerin dentininden %3.5 daha sert olduğunu, dolayısıyla dişlerin kırılma dayanıklılığının artmasında diğer faktörlerin daha önemli olabileceğini belirtmişlerdir.

Endodontik tedavi sonrası dentin kollajenindeki çapraz bağlantıların kaybının da dişlerin zayıflamasına sebep olabileceği bildirilmiştir.<sup>(136)</sup> Dentin kollajeni mekanik özelliklerinin büyük bir kısmını yapısında yoğun olarak bulunan tip 1 kollajenden almaktadır.<sup>(137)</sup> Kollajen proteinlerinin karakteristik özellikleri, polimerizasyon süreçleri ve moleküller arası çapraz bağlar sonucu meydana gelmektedir. Endodontik tedavi uygulanmış dişlerde olgunlaşmış çapraz bağların daha düşük sayıda bulunduğu gösterilmiştir.<sup>(138)</sup> Bu çapraz bağlanmalardaki değişiklikler de pulpasız dişlerin kırılma dayanıklılığının artmasına sebep olabilmektedir.<sup>(139)</sup>

Çoğu endodontik tedavili dişin çürükler veya restorasyonlar sebebiyle ciddi madde kayıplarına uğradığı<sup>(140, 141)</sup> düşünüldüğünde, kırılma insidansındaki artışın temel sebebinin dentin yapısındaki değişiklikleri mi, destek yapıların eksikliği mi yoksa her iki faktörün birlikte mi bu duruma sebep olduğu konusu açık değildir.<sup>(142)</sup> Giriş

kavitelerinin tüberkül tepelerinin fonksiyon esnasında esnemesine sebep olduğu,<sup>(143)</sup> bu durumun da mikrosızıntı ve tüberkül kırıklarına yol açabileceği belirtilmektedir. Kavitenin preparasyonu ile miktarı azalan dentin, okluzal kuvvetlerin karşılanmasında yetersiz kalmaktadır.<sup>(144)</sup> Dentin kaybı ile birlikte tüberkül tepeleri, sırtlar ve pulpa odasının kemerli tavanı gibi anatomik yapıların kaybının da final restorasyon sonrası kırılmaların artmasında etkili olabileceği düşünülmektedir.<sup>(145)</sup>

Bütün bu faktörler göz önüne alındığında, klinisyenlerin endodontik tedavili dişlerde restorasyon yapılırken konservatif davranarak sağlıklı dokuları korumaları gerekliliği açıktır. Kalan diş dokusunun kırılma direncini doğrudan etkilediği yönünde çalışmalar bulunmaktadır. Nagasiri ve Chitmongkolsuk'a<sup>(146)</sup> göre; kalan diş dokusu miktarı endodontik tedavili dişlerin öngörülen görev süreleri ile doğru orantılıdır. Farklı yazarlar hem koronal<sup>(147)</sup> hem de post etrafındaki<sup>(108)</sup> sağlıklı dentin dokusu miktarının önemini vurgulamışlardır. Arunpraditkul ve ark.<sup>(148)</sup> 3 ve 4 duvarlı endodontik tedavili dişlerin kırılma dirençlerini karşılaştırmış ve 4 duvara sahip dişlerin belirgin bir şekilde daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Aquaviva ve Dessai,<sup>(8)</sup> gerçekleştirdikleri literatür derlemelerinde diş yapısının korunmasının bir zorunluluk olduğunu belirtmişlerdir.

Endodontik tedavili dişlerdeki yoğun madde kaybı restorasyon planlamalarındaki güçlükleri de beraberinde getirmektedir. Nihai protezlerin uygulanabilmesi için dişte destek ve tutuculuk görevi gören bir kor yapısına ihtiyaç bulunmaktadır. Endodontik tedavili dişlerin doğasından gelen bazı zayıflıklar sebebiyle yapılacak restorasyonların, dişlerin yapısal bütünlüğünü korumaya yardımcı olması ve restorasyon için gerekli estetik ve fonksiyonel görevleri de yerine getirmesi gerekmektedir.<sup>(8)</sup> Bazı yazarlar post uygulamalarının kalan diş dokusuna destek olması amacıyla uygulanması gerektiğini savunmuşlardır. Bu düşüncenin altında post uygulamalarının okluzal streslerin daha iyi dağıtılmasını sağlayarak dişlerin kırılma direncini arttıracığı düşüncesi bulunmaktadır.<sup>(149)</sup> Salameh ve ark.<sup>(150)</sup> fiber postlar ile restore edilen endodontik tedavili dişlerin kırılmaya karşı daha dirençli olduğunu ve bu dişlerde daha fazla tamir edilebilir kırıklar görüldüğünü belirtmişlerdir. Diğer yazarlar ise post uygulamaların kökleri güçlendirmedeğini, aksine post boşluğunun açılmasının dişleri daha da zayıflattığını öne sürmektedir.<sup>(8, 151)</sup> Dolayısı ile post kor

uygulamalarının temel görevi aşırı madde kaybına sahip dişlerde direncin artırılması yerine proteze destek ve tutuculuğun sağlanması olmalıdır.<sup>(152)</sup>

Post boşluğunun hazırlanması da kendi içinde bir takım riskler barındırmakta, aşırı genişletilen kanallar madde kayıpları nedeniyle dişlerin kırılma direncini azaltmaktadır.<sup>(153)</sup> Ayrıca post boşluğunun hazırlanması sırasında özellikle eğimli kanallarda perforasyon ve apikal tıkanmanın bozulması riski bulunmaktadır. Apikal tıkanmanın korunması için bazı yazarlar<sup>(154, 155)</sup> en az 4-5 mm'lik guttanın kanalda bırakılması gerektiğini savunmaktadır. Rahimi ve ark.<sup>(156)</sup> yaptıkları çalışmada apikal tıkanmanın korunmasının en uygun yolunun kanal içinde 6 mm'lik guttanın bırakılması olduğunu belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada literatür bilgisine uygun olarak, tedavi esnasındaki sınırlamaları taklit edebilmek amacıyla apikal bölümde uzun post grubunda 6 mm, kısa post grubunda ise 9 mm'lik gutta perka bırakılmıştır.

Nihai restorasyonun uygulanabilmesi için farklı tipte post kor çeşitleri kullanılmaktadır. Doğru restorasyonun seçiminde estetik beklentiler, ilgili dişin karşılaşacağı kuvvetlerin miktarı ve yönü ve kullanım kolaylığı gibi birçok faktör ön plana çıkmaktadır. Uzun yıllardır güvenle kullanılan ve günümüzde de kullanımına devam edilen<sup>(157)</sup> altın ve metal döküm postların düşük estetik özellikleri, korozyon riski ve dentine kıyasla yüksek rijiditesi sebebiyle kök kırıklarına sebep olması<sup>(105)</sup> gibi etkenler diş renginde ve farklı mekanik karakterlerde post ve kor materyallerinin üretilmesini zorunlu kılmıştır. Döküm metal sistemlere alternatif olarak üretilen fiber postlar, estetik özelliklerinin yanında, dirençli yapıları, korozyona uğramamaları ve döküm postlara göre daha iyi stres dağılımı göstermesi<sup>(158, 159)</sup> gibi özellikleri sebebiyle günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir. Karbon, quartz ve cam gibi farklı fiber tipleri kullanılarak güçlendirilen bu kompozit post sistemleri her geçen gün gelişmektedir. Post kor sistemleri ile ilgili yapılan çalışmalar, postların farklı karakteristiklerini ortaya koymakta, üretici firmalar da ürünlerinde gerekli düzenlemeler ve geliştirmeler yapmaktadır. Dolayısı ile bu ürünler ve ticari sunumları karşısında bilgilerimiz güncelliğini yitirmekte, piyasaya yeni çıkan ürünler hakkında akademik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeplerle, çalışmamızda konvansiyonel fiber postlar ile piyasaya yeni sürülen demet halindeki fiber postların farklı kanal içi uzunluklarda kırılma dirençleri karşılaştırılmıştır. Demet halindeki kümelenmiş fiber post, üretici firmanın tanıtımına göre, ince fiber yapıları sayesinde farklı morfolojiye

sahip kök kanallarına oldukça iyi uyum göstermekte ve post frezleri ile ilave dentin kaldırılmasını gerektirmediklerinden madde kaybına engel olmaktadır.

Farklı tedavi seçenekleri değerlendirmeye tabi tutulurken, kontrollü klinik deneyler en güvenilir sonuçları vermektedir.<sup>(160)</sup> Fakat klinik çalışmaların masraflı olmaları, çok sayıda değişken sebebiyle standardizasyonlarının güç olması gibi etkenler sebebiyle *in vitro* çalışmalar daha sık tercih edilmektedir.<sup>(161)</sup> *In vitro* çalışmaların güvenilirlikleri, ağız içi ortamını taklit edebilme becerileri ile doğru orantılıdır. Çalışmamızda, ağız içindeki dinamik ortamın taklit edilmesi amacıyla örnekler termal çevrim uygulaması yapılmıştır. Literatürde termal çevrim işlemi 1000,<sup>(162)</sup> 6000<sup>(163)</sup> ve 7000<sup>(164)</sup> gibi farklı sayılarda uygulanmıştır. Termal çevrim işleminin fiber ile güçlendirilmiş rezin kompozit postları zayıflattığı ve fleksural modülüsünü azalttığı yönünde çalışmalar<sup>(165, 166)</sup> bulunmakla birlikte, termal çevrim sonrası postlarda görülen yapısal değişikliklerin postların klinik performanslarını etkilemeyeceğini belirten çalışmalar da vardır<sup>(167)</sup>. Çalışmamızda termal çevrim işlemi, Bitter ve ark.<sup>(168)</sup> tarif ettiği şekilde, örneklerin 5 ve 55° C sıcaklıkta saf su içeren 2 bölmede 20'şer sn. aralıklarla tutulması işleminin 5000 defa tekrarlanması ile uygulanmıştır.

Çalışmamızda bütün örnekler kanal tedavisi uygulanmıştır. Literatürde kanal tedavisinin uygulanmadığı çalışmalar<sup>(169)</sup> da bulunmakla birlikte, post kor restorasyonların klinik ortamında uygulanabilmeleri için dişlerin kanal tedavili olmaları gereklidir. Kanal tedavili dişlerde meydana gelen madde kayıpları sonrasında gerçekleşen zayıflamanın<sup>(170)</sup> sonuçları etkileyebileceği düşünülmektedir.

Al-Omiri ve ark.<sup>(171)</sup> post kor restorasyonların uygulandığı endodontik tedavili dişlerin kırılma dirençlerini inceleyen literatür derlemesinde karşılaştığı çelişkili sonuçların bir sebebinin de dişlerin saklama koşulları olduğunu belirtmişlerdir. Naumann ve ark.<sup>(172)</sup> 69 adet çalışmanın değerlendirildiği derlemelerinde, dişlerin genellikle serum fizyolojik solüsyonunda, ikinci olarak ise timol solüsyonunda bekletildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda da bu bilgiler ışığında çekilmiş dişler NaOCl ile kısa bir dezenfeksiyon işleminden sonra örnek hazırlığı aşamasına gelinceye kadar serum fizyolojik içinde bekletilmiştir.

Postların kırılma direnci ile ilgili çalışma yapan farklı yazarlar örneklerini sığır dişi, plastik dişler ve insan dişleri gibi farklı yollardan elde etmişlerdir. Isidor ve ark.<sup>(173)</sup> post ve ferrule uzunluklarının dişlerin kırılma direncine olan etkisini inceledikleri bir çalışmada 90 adet sığır dişi kullanmıştır. Milot ve ark.<sup>(174)</sup> çalışmalarında çekilmiş insan dişleri yerine plastik dişlerin kullanılmasını çalışmada yük miktarının tam olarak tespitinin hedeflenmediği, farklı postların kıyaslanmasının amaçlandığı gerekçesiyle açıklamaktadır. Çalışmalarda kullanılan insan dişlerinin farklı boyutlara sahip olmaları ve çeşitli genetik faktörlerin dentin yapısına etkileri sebebiyle standardizasyon oldukça zor olup, farklı saklama koşullarının dişlerde meydana getirdiği etkiler de çalışmaların kıyaslanmalarını güçleştirmektedir.<sup>(85)</sup> Fakat plastik dişler insan dişinin bağlanma karakteristiğini ve elastik modülüsünü tam olarak taklit edememektedir.<sup>(175)</sup> Bu nedenle, bizim çalışmamızda da ortodontik veya periodontal sebepler ile çekilmiş, herhangi bir çürük veya çatlak varlığına rastlanmayan 40 adet tek köklü ve tek kanallı insan alt 1. premolar dişi kullanılmıştır. Köklerde standardizasyonun elde edilmesi amacıyla bütün dişler 15 mm'lik köklere sahip olacak şekilde mine sement sınırından kuronlarından ayrıldı. Mezio-distal ve bukkal-lingual genişlikler ölçülerek bütün örneklerin birbirine yakın boyutlarda olması sağlandı.

Postlar, yüzey özelliklerine göre aktif ve pasif<sup>(176)</sup> olarak sınıflandırılırken; şekillerine göre ise paralel, konik veya kombine postlar olarak sınıflandırılmaktadır. Aktif postlar kök dentini ile kenetlenirken; pasif postlar retansiyon için kanala olan adaptasyon ve yapıştırıcı simanlara ihtiyaç duymaktadır. Post dizaynı dişlerin farklı bölgelerindeki stres dağılımlarını etkilediği bilinmektedir.<sup>(177)</sup> Aktif post dizaynının yıkıcı stresler oluşturdukları ve kök kırılmalarına sebep olduğu bildirilmiştir.<sup>(178)</sup> Aktif postlar pasif postlardan daha retantif olmalarına karşın, pasif postların daha iyi stres dağılımları sayesinde kök kırıklarına daha az sebep oldukları gerekçesiyle daha sık tercih edilmektedir. Pasif postlar döküm veya prefabrike olarak üretilebilirler ve konik veya paralel dizayna sahip olabilirler.<sup>(179)</sup> Fernandes ve ark.<sup>(180)</sup> kanal yapısına en uyumlu ve kanal şekillendirmesinde en konservatif çalışmaya imkan veren postların konik postlar olduklarını belirtmişlerdir. Fakat konik postların dizaynları sebebiyle dişlere kama etkisi yaptıkları ve kırılmalara sebep olabileceği bilinmektedir.<sup>(181)</sup> Lambjerg-Hansen ve Asmussen<sup>(182)</sup> kök yapısına iyi uyumları ve apikal kısmının konikliği nedeniyle uygulandığı dişlere daha az zarar verdiği gerekçesiyle koronal kısmı paralel, apikal kısmı ise konik yapıda olan postların kullanılmasını tavsiye etmektedir. Bu

nedenle, çalışmamızda kullanılan konvansiyonel cam fiber postlar koronal kısmı paralel apikal kısmı konik yapıda olan bu postlardan seçilmiştir. Demet halindeki post sistemi ise birbirinden bağımsız gutta perkaya benzeyen fiberlerden oluşmaktadır. Üretici firmanın iddiasına göre farklı kanallara tam olarak adapte olabilen bu ürün için kanallarda herhangi bir preparasyon yapılmasına ihtiyaç bulunmamaktadır.

Postların kanal içine adaptasyonunun eksik olmasının bir takım problemler yarattığı bilinmektedir. Uyumsuz postların kanal içinde kaldıraç etkisiyle dişleri kırılmalara daha yatkın hale getirebileceği bildirilmiştir.<sup>(183)</sup> Santos ve ark.<sup>(184)</sup> elastik modülüsü dentinden farklı post materyalleri kullanımının kırılma direncinin azalması ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Çalışmamızda üretici firmanın talimatları doğrultusunda kanal içine adeziv ve kor materyali uygulanmıştır. Kanal içine enjekte edilebilen bir kor materyali olan Rebuilda DC kanal ile post arasındaki olası boşlukları kapatarak uniform ve tek parçadan oluşan bir post kor sistemi elde edilmesini sağlamıştır.

Döküm metal postlarda ideal kanal içi post uzunluklarının kökün 2/3'ü ile 3/4'ü arasında olduğu düşünülmektedir.<sup>(185)</sup> Fakat dental teknolojilerin ilerlemesi ve adeziv sistemlerin gelişmesi ile birlikte, daha kısa kanal içi uzunluğa sahip postların da yeterli retantif özelliklere sahip olması mümkün olmaktadır. Literatürde post uzunluğu ile kırılma direnci ve stres dağılımları arasındaki korelasyonun varlığı konusunda görüş birliği bulunmamaktadır. Davy ve ark.<sup>(186)</sup> post uzunluğunun arttırmanın servikal bölgede daha iyi stres dağılımı sağlanmasına yardımcı olacağını belirtmiştir. Fakat postların kök uzunluğunun 2/3'ünden uzun olmasının servikal bölgede retansiyona herhangi bir katkısı olmadan apikal bölgede stres yoğunlaşmalarına sebep olduğu rapor edilmiştir.<sup>(153)</sup> Cecchin ve ark.<sup>(187)</sup> 12 ve 8 mm uzunluğundaki postlar ile restore edilen dişlerin 4 mm uzunluğundaki postlar ile restore edilmiş dişler ile kıyaslandığında anlamlı bir şekilde daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu belirtmiştir. Franco ve ark.<sup>(188)</sup> ise fiber postların maksiller kaninlerde kanal içi uzunluklarının kırılma dirençleri üzerinde anlamlı bir faktör olmadığını ortaya koymuşlardır. Bu bulguyu destekleyen başka çalışmalar da bulunmaktadır.<sup>(182, 189, 190)</sup> Çalışmamızda da bu sonuçlarla benzer olarak 5 mm ve 9 mm kanal içi uzunluğa sahip konvansiyonel ve demet halindeki fiber post sistemleri arasında kırılma direnci yönünden anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Post yuvalarının açılması sırasında meydana gelen madde kayıplarının kökleri zayıflattığı bildirilmektedir.<sup>(191)</sup>



Dolayısıyla, uzun postların dişlere sağlayacağı destekten ziyade madde kayıpları sebebiyle diş yapısı zayıflamaktadır. Post uzunluklarının artması ile kırılma direnci arasında doğrudan bir bağlantının bulunmayışı bu durum ile ilgili olabilir. Benzer servikal çaplarda seçilen dişlerimizin oluşturduğu örneklerde madde kayıplarını standardize etmek amacıyla bütün örneklerde kanal tedavisinin son eğesi X3 olarak seçilmiş, bütün post yuvaları konvansiyonel post sisteminin frezi kullanılarak açılmıştır.

Post kor sistemlerinde postların görevi kor yapısının retansiyonunu sağlamaktadır. Kor da yapılacak nihai restorasyona destek ve retansiyon sağlar. Kor yapısının cinsi ve şekli üretilen malzemeye göre değişkenlik gösterir. Döküm metal korlar laboratuarda hazırlanır ve post yapısı ile birlikte üretilir. Prefabrike postlar ise build-up materyalleri ile birlikte kullanılır. Bu materyaller genellikle cam iyonomer ve kompozit rezin materyallerden tercih edilmektedir.

Cam iyonomer build-up materyallerinin kor yapısının sahip olması gereken dirence sahip olmadığı belirtilmiştir.<sup>(192)</sup> Cam iyonomer ve rezin ile modifiye cam iyonomerler, post kullanılmasına gerek olmayan minimal madde kaybına sahip dişlerde block out materyali olarak kullanılabilir.<sup>(39)</sup> Kompozit rezinler günümüzde en popüler kor materyalleri olarak karşımıza çıkmaktadır. İdeal bir build-up materyalinde olması gereken; kullanım ve manipülasyon kolaylığı, post sistemlerine adeziv olarak bağlanabilmesi ve polimerizasyon sonrası preparasyona imkan tanınması gibi özellikleri kompozit materyallerin ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Kompozit kor yapılarının dişlerin kırılmasına sebep olabilecek kuvvetlerden daha düşük kuvvetlerde kırıldığı bildirilmiştir.<sup>(193)</sup> Bu durum diş dokusunu koruyucu bir mekanizma olarak da düşünülebilir. Döküm metal postlara göre daha düşük dirence sahip olan kompozit kor yapıları yıkıcı kuvvetler karşısında esneyerek köke iletilen streslerin dağıtılmasına yardımcı olmaktadır.<sup>(129)</sup> Çalışmamızda güncel konsepte uygun olarak, kullanılan fiber postları üreten firmanın önerdiği dual cure akışkan kompozit kor materyali olan Rebuilda DC kullanılmıştır. Bu kompozit materyal adeziv sistemi ile birlikte postun kanal içi simantasyonunda da kullanılmasıyla monoblok bir yapı oluşturmaktadır. Kor yapısı elde edilirken kullanılan kalıplar bütün örneklerdeki kor boyutlarının aynı olmasını sağlayarak standardizasyonunu temin etmiştir.

Endodontik tedavi görmüş arka bölge dişlerde kuron restorasyonu uygulanması kırılma direncini arttırırken, ön bölgedeki dişlerde kırılma direncinde bir artış meydana

gelmemektedir.<sup>(194, 195)</sup> Post kor restorasyonların kırılma dirençleri incelenirken klinik durumun tam olarak yansıtılması gerektiğini düşünen bazı yazarlar<sup>(160)</sup> bulunmakla birlikte, bu durumun sonuçları etkileyeceğini düşünen yazarlar da vardır. Pilo ve ark.<sup>(196)</sup> kuron yapımının kuvvetlerin post kök kompleksine iletilmesini ve dağıtımını etkilediğini bildirmişlerdir. Kuron yapımının, sağlam dentin etrafında ferrule etkisi oluşturduğu bilinmektedir.<sup>(197)</sup> Kuron restorasyonları ve ferrule etkisi, post kor ile restore edilen dişlerin kırılma dirençlerini post ile ilgili faktörlerden daha fazla etkilemektedir.<sup>(198)</sup> Birçok araştırmacı bu nedenle post kor restorasyonlarının kırılma direnci karşılaştırılırken kron yapımının build up materyallerinin sonuçlara olan etkisini gizlediğini ifade etmektedir.<sup>(112, 199)</sup> Çalışmamızda kron ve bağlantılı olarak ferrule dizaynı, farklı post sistemlerinin kırılma direnci üzerinde etkisi olacağı öngörülerek uygulanmamıştır. Kron yapımının, çalışmaya tabi olmayan ferrule etkisi, siman boşluğu, siman ve kron materyalinin cinsi gibi faktörler ile çalışmayı karmaşık bir hale getirerek sonuçları değiştirebileceği düşünülmüştür. Bu durum, karşılaşılan direncin ne kadarının post ve kor yapısına ait olduğunu bilinmesini imkansız kılmaktadır. Kron yapımı ve ferrule dizaynı esnasında karşılaşılan teknik güçlükler de örneklerin standardizasyonunu etkileyebilmektedir. Ayrıca kuvvetin doğrudan kor yapısının üzerine uygulanması üniversal test cihazının yükleyici ucunun kaymasının engellenebileceği bir yükleme noktası oluşturulmasına imkan tanımıştır.

Dişlere uygulanan kuvvetin yönü post kor restorasyonlar ile restore edilen dişlerde kırılma direnci üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir.<sup>(171)</sup> Kırılma direncinin değerlendirilmesinde kuvvetin yönünün post dizaynı ve boyutlarından daha etkili olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır.<sup>(200, 201)</sup> Meira ve ark.<sup>(202)</sup> postların elastik modülüsünün; dentin streslerinin büyüklüğü, yoğunlaştıkları alanlar ve yönünü etkilemesinde uygulanan kuvvetin yönünün belirleyici olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında, dikey kuvvetler uygulandığında yüksek modülüse sahip post materyallerinde kökün apikal bölgesinde kırılmalara sebep olabilecek kuvvetlerin yoğunlaştıklarını belirtmişlerdir. Fakat yazarlar, düşük modüllü postlar kullanıldığında 45° ve 90° ile uygulanan kuvvetlerin servikal bölgede stres yoğunlaşmasına sebep olduğunu ve bağlanma sorunları ile karşılaşılabilmesine dikkat çekmişlerdir. Literatürde de farklı araştırmacılar kuvvetleri değişen açılarda uygulamışlardır. Akkayan ve Gülmez<sup>(203)</sup> kuvveti dişlerin uzun eksenine 130° açı ile uygulamışlardır. Jie Lin ve ark.<sup>(185)</sup> post uzunluğunun kırılma direnci üzerine olan

etkisini inceledikleri araştırmalarında 45° açı ile uygulamışlardır. Santos-Filho ve ark.<sup>(204)</sup> ve Toksavul ve ark.<sup>(175)</sup> da 45° ile kuvvet uygulanmasını uygun görmüşlerdir. Çalışmamızda da literatür bilgisine uygun olarak kuvvetler dişlerin uzun eksenine 45° açı ile 0.5 mm/dk hızındaki uç vasıtası ile uygulanmıştır. Fakat ağız içi kuvvetlerin statik ve ağır kuvvetlerden ziyade, çok yönlü ve tekrarlayan hareketler olduğu bilinmektedir.<sup>(8)</sup> Literatürde statik yükleme ile birlikte çiğneme simülatörünün kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur.<sup>(205, 206)</sup>

Örneklerin alveolar kemik içindeki doğal mobilitesini taklit etmek amacıyla kök çevresine çeşitli materyaller uygulanmaktadır. Rosentritt ve ark.<sup>(207)</sup> metalik ve diş rengindeki postların kırılma dirençlerini kıyasladıkları çalışmada kök çevresine yaklaşık 1 mm kalınlığında polieter uygulamıştır. Guzy ve ark.<sup>(208)</sup> ise örneklerinin etrafını silikon ile kaplamıştır. Çalışmamızda, örneklerimiz Toksavul ve ark.<sup>(175)</sup> tarif ettiği üzere etrafına 0.3 mm kalınlığında mum uygulanması suretiyle otopolimerizan akrilik kalıplara gömülmüş, daha sonrasında mum el aleti ile uzaklaştırılarak oluşan boşluğa düşük vizkoziteli silikon ölçü maddesi enjekte edilmiştir. Dişler oluşan 0.3 mm'lik boşluğa yerleştirilerek periodontal ligamenti taklit eden standardize edilmiş silikon tabakalar elde edilmiştir.

Polimerizasyon reaksiyonu ekzotermik bir reaksiyon olduğu için, dişlerin reaksiyon esnasında otopolimerizan akrilik kalıpların içinde bulunması mikroçatlak oluşumu, nem miktarında azalma ve örneklerin zayıflaması gibi sonuçlar doğurabilmektedir.<sup>(8)</sup> Bu nedenle, dişler otopolimerizan akrilik sertleşme belirtilerini gösterdiği zaman örnekler kalıplardan çıkarılarak mum temizliği yapılmıştır.

Çalışmamızda endodontik tedavili dişlere demet şeklindeki post sisteminin 9 mm kanal içi uzunlukta uygulanması olarak ifade edilen 9B grubunun kırılma direnci en yüksek olarak (464,05 N) bulunmasına rağmen, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Literatürde çalışmamızın sonuçları ile uyumlu çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Farina ve ark.<sup>(209)</sup> 90 adet insan dişi ile yaptıkları çalışmada 5 mm, 7.5 mm ve 10 mm uzunluktaki postları farklı koronal dentin kalınlıklarında kıyaslamışlar ve uzunluğun kırılma dirençleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. 0.5 mm'lik dentin kalınlığında 1 ve 2 mm kalınlığa göre anlamlı derecede daha düşük kırılma direnci gözlenmiştir. Borelli ve ark.<sup>(210)</sup> ise 30 adet üst çene kesici diş kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada postları

5, 7 ve 9 mm uzunluklarda uygulamıştır. Gruplar arasında kırılma dirençleri yönünden anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ayrıca yazarlar kırılma tiplerini de incelemiş ve post uzunluğunun kırılma taslaklarına herhangi bir etkisinin olmadığını, tamir edilebilir kırıkların daha sık görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu bulgular, bütün gruplarda sıklıkla tamir edilebilen kırıklar (%60) gözlemlediğimiz ve kanal içi uzunlukların kırılma direncine etki etmediğini gözlemlediğimiz çalışmamızla uyumludur. Benzer bir sonuca Abdulrazzak ve ark.<sup>(211)</sup>'inin çalışmasında da rastlanmıştır. Yazar, post uzunluğu kıyasının yanında, ferrule yüksekliğini de karşılaştırmışlar ve ferrule yüksekliğinin artmasının kırılma direnci üzerine anlamlı bir etkisinin olduğunu, fakat post uzunluğunun herhangi bir etkisinin olmadığını göstermişlerdir. Yazar, bu durumun kendi içinde farklı mekanikleri barındırmakla birlikte, en olası açıklamasının artan ferrule yüksekliği ile birlikte sağlıklı dentin dokusu miktarının artmasının kuvvetlerin daha dengeli dağıtılmasını sağlaması olarak açıklamaktadır. Yazar post ile restore edilmesi planlanan endodontik tedavili dişlerde en az 2 mm uzunluğunda ferrule uzunluğunun kırılma direncinin artırılması amacı ile faydalı olacağını belirtmektedir. Santos-Filho ve ark.<sup>(212)</sup> döküm metal ve fiber postları 7 ve 12 mm uzunluklarda kırılma direnci açısından karşılaştırdığı çalışmalarında post uzunluğunun sadece döküm metal postlar ile restore edilen dişlerin kırılma direncini etkilediğini belirtmişlerdir. Yazar, metal postların yüksek elastik modülüsleri nedeniyle daha fazla tamir edilemeyen kırığa yol açtığını ve fiber postlar ile restore edilen dişlerde gözlenen kırıkların post ve kor yapısında daha sık görülmesi sebebiyle biyomekanik açıdan daha avantajlı olduğunu belirtmektedirler. Franco ve ark.<sup>(188)</sup> ise cam fiber ve döküm metal postları kıyasladıkları çalışmalarında tam tersi sonuçlar elde etmişlerdir. Kök uzunluğunun en az 2/3'ü uzunluğundaki metal postlar ile restore edilen dişlerin cam fiber postlar ile restore edilmiş dişlere kıyasla daha yüksek kırılma direnci değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu döküm metal postların yüksek rijiditelerine bağlayan yazarlar, döküm metal postlarda belirgin bir şekilde daha sık tamir edilemez kırıkların gözlemlendiğini de belirtmektedirler.

Bu bilgilerin ışığında, post uzunluğunun artması tutarlı bir şekilde kırılma direncini arttırmadığından, kök kanal tedavisi ve post hazırlığı esnasında kaybedilen dentin dokusunun dişleri zayıflattığı,<sup>(191)</sup> post kor sistemlerinin de dişlerin kırılmalarına karşı destekleyemediği sonucuna ulaşılabilir.

Çalışmamızda iki farklı fiber post tipi kıyaslanmıştır. Rebuilda Gt post sistemi kullanıma yeni sunulmuş bir ürün olup, yaptığımız taramada bu post ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Üretici firmanın iddiası kanalda herhangi bir preparasyon yapımına ihtiyaç duyulmadan sadece gutta perkanın uzaklaştırılarak kullanılabilceği bir sistem olduğu yönündedir. Koronal dentin miktarının kırılma direnci üzerine olan etkisi<sup>(209)</sup> göz önüne alındığında bu düşüncenin tutarlı bulunduğu söylenilebilir. Çalışmamızda kanal çapları nedeni ile oluşabilecek farklılıkların giderilmesi için demet şeklindeki post sisteminin de yuvaları konvansiyonel post frezi ile açılmıştır. Kırılma dirençleri arasında herhangi bir farklılık bulunmaması bu durumla ilgili olabilir. Kanal tedavisi preparasyon aşamasının son eğesi olan X3 ile yuva açıcı post frezi arasında ciddi bir çap farkı bulunmamasına rağmen, ileriki çalışmalarda gutta perka kaldırma işlemi Gates-glidden frezleri ile yapılırsa farklı sonuçların elde edilmesi muhtemeldir.

Fiber ile güçlendirilmiş post sistemleri farklı ihtiyaçlara cevap vermek adına farklı şekil ve özelliklere sahip olacak şekilde üretilmiştir. Farklı post tiplerini inceleyen araştırmacılardan Maccari ve ark.<sup>(123)</sup> bir karbon fiber post olan Aestheti-post ile cam fiber FiberKor'u karşılaştırmış ve kırılma dirençleri açısından anlamlı bir farklılık bulamamıştır. Ramesh ve ark.<sup>(213)</sup> farklı kron kırığı tiplerinde restoratif alternatifleri kıyaslarken fiber postlar ile restore edilen dişlerin polietilen örgü Ribbond postlar ile restore edilmiş dişlere göre daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu, fakat ribbond postların tümünün tamir edilebilir şekilde kırıldığını belirtmişlerdir.

Dişlerin karşılaştıkları okluzal kuvvetler çiğneme kasları, dişler ve eklemlerin meydana getirdiği kranio-mandibular yapıdan kaynaklanmaktadır. Ferrario ve ark.<sup>(214)</sup> genç erişkinlerde yaptıkları çalışmada premolar bölgesinde kadınlarda 178-206 N, erkeklerde ise 254-291 N arası değişen okluzal kuvvetler rapor etmişlerdir. Körber ve Ludwig<sup>(215)</sup> bruksizme bağlı olarak 300 N'a varan kuvvetler görüldüğünü bildirmektedir. Çalışmamızda elde edilen kırılma direnci değerleri bütün post gruplarında bu değerlerden yüksektir. Ayrıca kırılma direncini arttıran ferrule ve kron uygulamaları gerçekleştirildiğinde, her iki post sisteminin de belirtilen uzunluklarda klinik kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Geleneksel cam fiber post kor sistemleri ile demet şeklindeki fiber post kor sistemlerinin farklı kanal içi uzunluklarda karşılaştırıldığı bu çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda;

1. Konvansiyonel cam fiber ve demet şeklindeki fiber post sistemlerinin kanal içi uzunluklarının değişmesi kırılma dirençlerini etkilememektedir. Perforasyon riski bulunan eğri kanallarda fiber ile güçlendirilmiş postlar, post boşlukları kısaltılarak uygulanabilir.
2. Geleneksel cam fiber ve demet şeklindeki fiber post sistemleri arasında bütün kanal içi uzunluklarda kırılma direnci açısından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.
3. Tüm post gruplarında tamir edilebilir kırıkların sayıca daha fazla olduğu görülmüştür.

## KAYNAKLAR

1. Bateman G, Ricketts D, Saunders W. Fibre-based post systems: a review. *Br Dent J.* 2003;195:43-8.
2. Lamichhane A, Xu C, Zhang F-q. Dental fiber-post resin base material: a review. *J Adv Prosthodont.* 2014;6:60-5.
3. Novais VR, Quagliatto PS, Della Bona A, Correr-Sobrinho L, Soares CJ. Flexural modulus, flexural strength, and stiffness of fiber-reinforced posts. *Indian J Dent Res.* 2009;20:277-71.
4. Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Micromorphology of the fiber post–resin core unit: a scanning electron microscopy evaluation. *Dent Mater.* 2004;20:176-83.
5. Wang VJ-J, Chen Y-M, Yip KH-K, Smales RJ, Meng Q-F, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dent Mater.* 2008;24:372-7.
6. Almuhaiza M. Fracture resistance of three different post and core systems on endodontically treated teeth: an in vitro study. *J Int Oral Health.* 2016;8:679-682.
7. Oliveira FdC, Denehy GE, Boyer DB. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. *J Am Dent Assoc.* 1987;115:57-60.
8. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont.* 2001;14:355-363
9. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth: post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc.* 2005;136:611-9.
10. Spazzin AO, Galafassi D, de Meira-Júnior A, Braz R, Garbin C. Influence of post and resin cement on stress distribution of maxillary central incisors restored with direct resin composite. *Oper Dent.* 2009;34:223-9.
11. Ingle JJ, Beveridge EE, Glick DH, Weichman JA, Abou-Rass M. Modern endodontic therapy. *Endodontics* 6<sup>th</sup> Ed. PMPH-USA. 2008:4.

12. Musikant B, Deutsch A. Endodontic techniques defined by principles. *The N Y State Dent J*. 2004;70:18-21.
13. Torres-Sánchez C, Montoya-Salazar V, Córdoba P, Vélez C, Guzmán-Duran A, Gutierrez-Pérez J-L, et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber reinforced posts and cast gold post and cores cemented with three cements. *J Prosthet Dent*. 2013;110:127-33.
14. 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. *J Prosthet Dent*. 2009;102:229-34.
15. 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. *J Prosthet Dent*. 2006;95:50-4.
16. Aykent F, Kalkan M, Yucel MT, Ozyesil AG. Effect of dentin bonding and ferrule preparation on the fracture strength of crowned teeth restored with dowels and amalgam cores. *J Prosthet Dent*. 2006;95:297-301.
17. Thomson AD, Athanassiadis B, Kahler B, Walsh L. Tooth discoloration: staining effects of various sealers and medicaments. *Aust Endod J*. 2012;38:2-9.
18. Lenherr P, Allgayer N, Weiger R, Filippi A, Attin T, Krastl G. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. *Int Endod J*. 2012;45:942-9.
19. Elkhazin M. Analysis of coronal discoloration from common obturation materials. An in vitro spectrophotometry study. Saarbruecken: Lambert Academic Publishing. 2011.
20. Davis MC, Walton RE, Rivera EM. Sealer distribution in coronal dentin. *J Endod*. 2002;28:464-6.
21. Partovi M, Al-Havvaz AH, Soleimani B. In vitro computer analysis of crown discoloration from commonly used endodontic sealers. *Aust Endod J*. 2006;32:116-9.



22. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part III: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod.* 2010;36:400-13.
23. Eghbal MJ, Torabzadeh H, Bagheban AA, Shamszadeh S, Marvasti LA, Asgary S. Color stability of mineral trioxide aggregate and calcium enriched mixture cement. *J Investig Clin Dent.* 2016;7:341-6.
24. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190:309-16.
25. Gürel MA, Kivanç BH, Ekici A, Alaçam T. Evaluation of crown discoloration induced by endodontic sealers and colour change ratio determination after bleaching. *Aust Endod J.* 2016;42:119-23.
26. Monga P, Sharma V, Kumar S. Comparison of fracture resistance of endodontically treated teeth using different coronal restorative materials: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2009;12:154-154.
27. 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. *J Endod.* 2012;38:1557-63.
28. Peroz I, Blankenstein F, Lange K-P, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int.* 2005;36:737-46.
29. McLean A. Predictably restoring endodontically treated teeth. *J Can Dent Assoc.* 1998;64:782-7.
30. Spielman H, Schaffer SB, Cohen MG, Wu H, Vena DA, Collie D, et al. Restorative outcomes for endodontically treated teeth in the Practitioners Engaged in Applied Research and Learning Network. *J Am Dent Assoc.* 2012;143:746-55.
31. VĂrlan C, Dimitriu B, VĂrlan V, Bodnar D, Suci I. Current opinions concerning the restoration of endodontically treated teeth: basic principles. *J Med Life.* 2009;2:165.

32. Muliyar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis P, Jayapalan C, Hafiz KA. Microleakage in endodontics. *J Int Oral Health: JIOH*. 2014;6:99.
33. Gomes DJ, Costa MHdN, Sousa ERd, Lund RG. Coronal microleakage of endodontically treated teeth with intracanal post exposed to fresh human saliva. *J Appl Oral Sci*. 2013;21:403-8.
34. Yıkılğan İ, Bala O. How can stress be controlled in endodontically treated teeth? A 3D finite element analysis. *ScientificWorldJournal*. 2013:426134.
35. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J, Lang SC. Contemporary fixed prosthodontics 4<sup>th</sup> ed. Mosby;2006:278.
36. Smith CT, Schuman NJ, Wasson W. Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: A guide for the restorative dentist. *Quintessence Int*. 1998;29:305-312.
37. Smith C, Schuman N. Prefabricated post-and-core systems: an overview. *Compend Contin Educ Dent*. 1998;19:1013-8, 20; quiz 22.
38. Robbins JW. Restoration of the endodontically treated tooth. *Dent Clin North Am*. 2002;46:367-84.
39. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*. 2004;30:289-301.
40. Morgano SM, Rodrigues AH, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin N Am*. 2004;48:397-416.
41. Singh, S. Vijay, Chandra A, Pandit IK. A new classification of post and core. *Ind J Rest Dent*. 2015;4: 56-58.
42. Ricketts D, Tait C, Higgins A. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation. *Br Dent J*. 2005;198:533-41.
43. Standlee J, Caputo A, Hanson E. Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter, and design. *J Prosthet Dent*. 1978;39:401-5.

44. Standlee J, Caputo A, Holcomb J. The Dentatus screw: comparative stress analysis with other endodontic dowel designs. *J Oral Rehabil.* 1982;9:23-33.
45. Burns DR, Douglas HB, Moon PC. Comparison of the retention of endodontic posts after preparation with EDTA. *J Prosthet Dent.* 1993;69:262-6.
46. Burgess JO, Summitt JB, Robbins JW. The resistance to tensile, compression, and torsional forces provided by four post systems. *J Prosthet Dent.* 1992;68:899-903.
47. Cohen BI, Pagnillo MK, Newman I, Musikant BL, Deutsch AS. Retention of three endodontic posts cemented with five dental cements. *J Prosthet Dent.* 1998;79:520-5.
48. Ross RS, Nicholls JI, Harrington GW. A comparison of strains generated during placement of five endodontic posts. *J Endod.* 1991;17:450-6.
49. Mentink A, Creugers N, Hoppenbrouwers P, Meeuwissen R. Qualitative assessment of stress distribution during insertion of endodontic posts in photoelastic material. *J Dent.* 1998;26:125-31.
50. Felton D, Webb E, Kanoy B, Dugoni J. Threaded endodontic dowels: effect of post design on incidence of root fracture. *J Prosthet Dent.* 1991;65:179-87.
51. Standlee JP, Caputo AA, Holcomb J, Trabert KC. The retentive and stress-distributing properties of a threaded endodontic dowel. *J Prosthet Dent.* 1980;44:398-404.
52. Marchionatti AME, Wandscher VF, Rippe MP, Kaizer OB, Valandro LF. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. *Braz Oral Res.* 2017;31:64-78.
53. Zhou L, Wang Q. Comparison of fracture resistance between cast posts and fiber posts: a meta-analysis of literature. *J Endod.* 2013;39:11-5.
54. Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent.* 1984;52:28-35.

55. Nergiz I, Schmage P, Platzer U, Özcan M. Bond strengths of five tapered root posts regarding the post surface. *J Oral Rehabil.* 2002;29:330-5.
56. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstitution coronoradiculaire: Le Composipost (1). *Chir Dent Fr.* 1990;60:131-41.
57. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J.* 2011;56:77-83.
58. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008;39:117-29.
59. Mallmann A, Jacques L, Valandro L, Mathias P, Muench A. Microtensile bond strength of light-and self-cured adhesive systems to intraradicular dentin using a translucent fiber post. *Oper Dent* 2005;30:500-6.
60. Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical Behavior Translucent-Fiber Posts: A 2-Year Prospective Study. *Int J Prosthodont.* 2003;16:593-6.
61. Smith D. Recent developments and prospects in dental polymers. *J Prosthet Dent.* 1962;12:1066-78.
62. Bunsell AR, Renard J. Fundamentals of fibre reinforced composite materials: CRC Press; 2005;13.
63. Rudo DN, Karbhari VM. Physical behaviors of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization. *Dent Clin North Am.* 1999;43:7-35.
64. Goldberg A, Freilich M, Haser K, Audi J, editors. Flexure properties and fiber architecture of commercial fiber reinforced composites. *J Dent Res.* 1998;77:226-226.
65. Soares CAM, Soares CMM, Freitas MJ. Mechanics of composite materials and structures: Springer Science & Business Media; 2013:132.

66. Brown D. Fibre-reinforced materials. *Dent Update*. 2000;27:442-8.
67. Butterworth C, Ellakwa AE, Shortall A. Fibre-reinforced composites in restorative dentistry. *Dent Update*. 2003;30:300-6.
68. Zhang M, Matinlinna JP. E-glass fiber reinforced composites in dental applications. *Silicon*. 2012;4:73-8.
69. Mallick PK. *Fiber-reinforced composites: materials, manufacturing, and design*: CRC press; 2007:81.
70. Hehlen MP, Phillips ML, Cockroft NJ, Güdel H. *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*. Pergamon, New York. 2001;10:9458.
71. Matinlinna J, Vallittu P. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces—an insight review of the chemical aspects on surface conditioning. *J Oral Rehabil*. 2007;34:622-30.
72. Matinlinna JP, Dahl JE, Karlsson S, Lassila LV, Vallittu PK. The effect of the novel silane system on the flexural properties of E-glass fiber-reinforced composites for dental use. *Silanes and other coupling agents*. 2009;5:107-21.
73. Segerström S, Ruyter IE. Effect of thermal cycling on flexural properties of carbon–graphite fiber-reinforced polymers. *Dent Mater*. 2009;25:845-51.
74. Darvell BW. *Materials science for dentistry*: Elsevier; 2009:64.
75. Van Noort R. *Introduction to Dental Materials*: Elsevier Health Sciences; 2013:123.
76. Willershausen B, Köttgen C, Ernst C. The influence of restorative materials on marginal gingiva. *Eur J Med Res*. 2001;6:433-9.
77. Wataha JC, Lockwood PE, Bouillaguet S, Noda M. In vitro biological response to core and flowable dental restorative materials. *Dent Mater*. 2003;19:25-31.
78. Schmalz G, Arenholt-Bindslev D. *Biocompatibility of dental materials*: Springer; 2009:31.

79. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent*. 2000;13:15B-8B.
80. Goodacre CJ, Spolnik KJ. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts. *J Prosthodont*. 1994;3:243-50.
81. Luu KQ, Walker RT. Corrosion of a nonprecious metal post: a case report. *Quintessence Int*. 1992;23:389-92.
82. Pissis P. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. *Pract Proced Aesthet Dent*. 1995;7:83-94.
83. Duret B, Reynaud M, Duret F. New concept of coronoradicular reconstruction: the Composipost (1). *Chir Dent Fr*. 1990;60:131-41.
84. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical Evaluation of Teeth Restored with Quartz Fiber--Reinforced Epoxy Resin Posts. *Int J Prosthodont*. 2003;16.
85. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent*. 1993;70:11-6.
86. Fredriksson M, Astbäck J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J Prosthet Dent*. 1998;80:151-7.
87. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent*. 1999;27:275-8.
88. Shetty N. Types of Post and Core Systems. *J Int Oral Health*. 2016;8:1136-36.
89. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent*. 2000;83:412-7.
90. Goldberg A, Burstone C. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater*. 1992;8:197-202.

91. Hull D, Clyne TW. An introduction to composite materials: Cambridge university press; 1996:182.
92. [https://www.3m.com/3M/en\\_US/company-us/all-3m-products/~/All-3M-Products/Dental-Products/Dental-Cements/Posts-and-Drills/?N=5002385+8710731+8711017+8713393+8740262+3294857497&rt=r3](https://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~/All-3M-Products/Dental-Products/Dental-Cements/Posts-and-Drills/?N=5002385+8710731+8711017+8713393+8740262+3294857497&rt=r3) (Son erişim: 20,03,2018).
93. Murphy J. The reinforced plastics handbook: Elsevier; 1998:71.
94. Sengun A, Cobankara FK, Orucoglu H. Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. Dent Traumatol. 2008;24:214-9.
95. Cobankara F, Unlu N, Cetin A, Ozkan H. The effect of different restoration techniques on the fracture resistance of endodontically-treated molars. Oper Dent. 2008;33:526-33.
96. Karaman AI, Kir N, Belli S. Four applications of reinforced polyethylene fiber material in orthodontic practice. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;121:650-4.
97. <http://www.ribbon.com/Post-Core-Restored-Tooth-Endodontic.php> (son erişim 20.03.2018).
98. Strassler HE. Aesthetic management of traumatized anterior teeth. Dent Clin North Am. 1995;39:181-202.
99. Murthy HM, Shaik S, Sachdeva H, Khare S, Haralur SB, Roopa K. Effect of Reinforcement Using Stainless Steel Mesh, Glass Fibers, and Polyethylene on the Impact Strength of Heat Cure Denture Base Resin-An In Vitro Study. J Int Oral Health. 2015;7:71.
100. Rose E, Frucht S, Jonas IE. Clinical comparison of a multistranded wire and a direct-bonded polyethylene ribbon--reinforced resin composite used for lingual retention. Quintessence Int. 2002;33:579-83.

101. Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Eckrote KA, Goldberg AJ. Clinical evaluation of fiber-reinforced fixed bridges. *J Am Dent Assoc.* 2002;133:1524-34.
102. Anderson RS, Anderson SP. *Geomorphology: the mechanics and chemistry of landscapes*: Cambridge University Press; 2010:187.
103. Rosato DV, Rosato DV. *Reinforced plastics handbook*: Elsevier; 2004:1012.
104. <http://www.weiku.com/products-image/9670442/shape-R-Ball-Post-Plus-best-Quartz-fiber-post.html> (Son erişim: 20.03.2018).
105. Soares CJ, Valdivia ADCM, Silva GRd, Santana FR, Menezes MdS. Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. *Braz Dent J.* 2012;23:135-740.
106. Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont.* 2004;17:369-76.
107. Sarkis-Onofre R, Fergusson D, Cenci MS, Moher D, Pereira-Cenci T. Performance of Post-retained Single Crowns: A Systematic Review of Related Risk Factors. *J Endod.* 2017;43:175-83.
108. Tjan AH, Whang SB. Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. *J Prosthet Dent.* 1985;53:496-500.
109. Cohen BI, Pagnillo M, Condos S, Deutsch AS. Comparison of the torsional forces at failure for seven endodontic post systems. *J Prosthet Dent.* 1995;74:350-7.
110. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *J Prosthet Dent.* 1999;81:262-9.
111. Creugers NH, Mentink AG, Fokkinga WA, Kreulen CM. 5-year follow-up of a prospective clinical study on various types of core restorations. *Int J Prosthodont.* 2005;18:34-9.



112. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *J Prosthet Dent.* 1993;69:36-40.
113. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1990;63:529-36.
114. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007;38:733-43.
115. Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaudt J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, et al. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. *J Endod.* 2009;35:1477-82.
116. Stankiewicz N, Wilson P. The ferrule effect: a literature review. *Int Endod J.* 2002;35:575-81.
117. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent.* 2005;94:321-9.
118. Grieznis L, Apse P, Soboleva U. The effect of 2 different diameter cast posts on tooth root fracture resistance in vitro. *Stomatologija.* 2006;8:30-2.
119. Lloyd PM, Palik JF. The philosophies of dowel diameter preparation: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1993;69:32-6.
120. Tey KC, Lui JL. The Effect of Glass Fiber-Reinforced Epoxy Resin Dowel Diameter on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth. *J Prosthodont.* 2014;23:572-81.
121. Baba NZ, Goodacre CJ. Restoration of endodontically treated teeth: contemporary concepts and future perspectives. *Endod Topics.* 2014;31:68-83.

122. Makade CS, Meshram GK, Warhadpande M, Patil PG. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems-an in-vitro study. *J Adv Prosthodont*. 2011;3:90-5.
123. Maccari PC, Conceicao EN, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15:25-31.
124. Gopal S, Irodi S, Mehta D, SubRAMAnyA S, Govindaraju VK. Fracture Resistance of Endodontically Treated Roots Restored with Fiber Posts Using Different Resin Cements-An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2017;11:52-55.
125. Subash D, Shoba K, Aman S, Bharkavi SKI, Nimmi V, Abhilash R. Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored with Biodentine, Resin Modified GIC and Hybrid Composite Resin as a Core Material. *J Clin Diagn Res*. 2017;11:68-70.
126. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NH. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont*. 2004;17:476-82.
127. Scotti N, Borga FAC, Alovisi M, Rota R, Pasqualini D, Berutti E. Is fracture resistance of endodontically treated mandibular molars restored with indirect onlay composite restorations influenced by fibre post insertion? *J Dent*. 2012;40:814-20.
128. Scotti N, Forniglia A, Tempesta RM, Comba A, Saratti CM, Pasqualini D, et al. Effects of fiber-glass-reinforced composite restorations on fracture resistance and failure mode of endodontically treated molars. *J Dent*. 2016;53:82-7.
129. Caputo AA, Standlee JP. *Biomechanics in clinical dentistry*: Quintessence Publishing (IL); 1987:39.
130. Loewenstein W, Rathkamp R. A study on the pressoreceptive sensibility of the tooth. *J Dent Res*. 1955;34:287-94.
131. Randow K, Glantz P-O. On cantilever loading of vital and non-vital teeth an experimental clinical study. *Acta Odontol Scand*. 1986;44:271-7.

132. Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1972;34:661-70.
133. Papa J, Cain C, Messer H. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Dent Traumatol.* 1994;10:91-3.
134. Huang T-JG, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod.* 1992;18:209-15.
135. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod.* 1992;18:332-5.
136. Rivera E, Yamauchi M. Site comparisons of dentine collagen cross-links from extracted human teeth. *Arch Oral Biol.* 1993;38:541-6.
137. Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J.* 2001;34:113-9.
138. Rivera E, Yamauchi M, Chandler G, Bergenholtz G, editors. Dentine collagen cross-links of root-filled and normal teeth. *J Endod;* 1988;14:195-195.
139. Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Preira JC, Pereira CA. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *J Endod.* 2007;33:603-6.
140. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1994;71:565-7.
141. Geistfeld R. Effect of prepared cavities on the strength of teeth. *Oper Dent.* 1981;6:2-5.
142. Faria ACL, Rodrigues RCS, de Almeida Antunes RP, de Mattos MdGC, Ribeiro RF. Endodontically treated teeth: characteristics and considerations to restore them. *J Prosthodont Res.* 2011;55:69-74.

143. Pantvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1995;21:57-61.
144. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1989;15:512-6.
145. Trope M, Langer I, Maltz D, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated premolars. *Dent Traumatol.* 1986;2:35-8.
146. Nagasiri R, Chitmongkolsuk S. Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: a retrospective cohort study. *J Prosthet Dent.* 2005;93:164-70.
147. Baraban DJ. The restoration of pulpless teeth. *Dent Clin North Am.* 1972;28:607-612.
148. Arunpraditkul S, Saengsanon S, Pakviwat W. Fracture resistance of endodontically treated teeth: three walls versus four walls of remaining coronal tooth structure. *J Prosthodont.* 2009;18:49-53.
149. Cagidiaco MC, García-Godoy F, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *Am J Dent.* 2008;21:179-84.
150. Salameh Z, Sorrentino R, Ounsi HF, Goracci C, Tashkandi E, Tay FR, et al. Effect of different all-ceramic crown system on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated maxillary premolars restored with and without glass fiber posts. *J Endod.* 2007;33:848-51.
151. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod.* 2010;36:609-17.
152. Robbins JW. Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc.* 1990;120:558-66.
153. Hunter A, Feiglin B, Williams J. Effects of post placement on endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1989;62:166-72.

154. Mattison GD, Delivanis PD, Thacker Jr RW, Hassell KJ. Effect of post preparation on the apical seal. *J Prosthet Dent.* 1984;51:785-9.
155. Raiden G, Gendelman H. Effect of dowel space preparation on the apical seal of root canal fillings. *Dent Traumatol.* 1994;10:109-12.
156. Rahimi S, Shahi S, Nezafati S, Reyhani MF, Shakouie S, Jalili L. In vitro comparison of three different lengths of remaining gutta-percha for establishment of apical seal after post-space preparation. *J Oral Sci.* 2008;50:435-9.
157. Braga NMA, Paulino SM, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Vansan LP. Removal resistance of glass-fiber and metallic cast posts with different lengths. *J Oral Sci.* 2006;48:15-20.
158. Veríssimo C, Júnior PCS, Soares CJ, Noritomi PY, Santos-Filho PCF. Effect of the crown, post, and remaining coronal dentin on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary central incisors. *J Prosthet Dent.* 2014;111:234-46.
159. Torres-Sánchez C, Montoya-Salazar V, Córdoba P, Vélez C, Guzmán-Duran A, Gutierrez-Pérez J-L, et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber reinforced posts and cast gold post and cores cemented with three cements. *J Prosthet Dent.* 2013;110:127-33.
160. Butz F, Lennon ÁM, Heydecke G, Strub JR. Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post-and-core systems: an in vitro study *Int J Prosthodont.* 2001;14:58-64
161. 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. *J Prosthet Dent.* 2005;93:331-6.
162. Reid LC, Kazemi RB, Meiers JC. Effect of fatigue testing on core integrity and post microleakage of teeth restored with different post systems. *J Endod.* 2003;29:125-31.

163. Drummond JL, Toepke TR, King TJ. Thermal and cyclic loading of endodontic posts. *Eur J Oral Sci.* 1999;107:220-4.
164. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent.* 2006;95:218-23.
165. Lassila LV, Tanner J, Le Bell A-M, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004;20:29-36.
166. Drummond JL, Bapna MS. Static and cyclic loading of fiber-reinforced dental resin. *Dent Mater.* 2003;19:226-31.
167. Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM. The effect of clinically relevant thermocycling on the flexural properties of endodontic post materials. *J Dent.* 2010;38:437-42.
168. Bitter K, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of pretreatment and thermocycling on bond strength of resin core materials to various fiber-reinforced composite posts. *J Adhes Dent.* 2008;10.
169. Lovdahl PE, Nicholls JI. Pin-retained amalgam cores vs. cast-gold dowel-cores. *J Prosthet Dent.* 1977;38:507-14.
170. Fennis WM, Kuijs RH, Kreulen CM, Roeters FJM, Creugers NH, Burgersdijk RC. A survey of cusp fractures in a population of general dental practices. *Int J Prosthodont.* 2002;15:559-63.
171. Al-Omiri MK, Mahmoud AA, Rayyan MR, Abu-Hammad O. Fracture resistance of teeth restored with post-retained restorations: an overview. *J Endod.* 2010;36:1439-49.
172. Naumann M, Metzdorf G, Fokkinga W, Watzke R, Sterzenbach G, Bayne S, et al. Influence of test parameters on in vitro fracture resistance of post-endodontic restorations: a structured review. *J Oral Rehabil.* 2009;36:299-312.
173. 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. *Int J Prosthodont.* 1999;12:78-82.

174. Milot P, Stein RS. Root fracture in endodontically treated teeth related to post selection and crown design. *J Prosthet Dent.* 1992;68:428-35.
175. Toksavul S, Toman M, Uyulgan B, Schmage P, Nergiz I. Effect of luting agents and reconstruction techniques on the fracture resistance of pre-fabricated post systems. *J Oral Rehabil.* 2005;32:433-40.
176. Musikant BL, Deutsch AS. A new prefabricated post and core system. *J Prosthet Dent.* 1984;52:631-4.
177. de Castro Albuquerque R, De Abreu Polleto L, Fontana R, Cimini C. Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. *J Oral Rehabil.* 2003;30:936-43.
178. Standlee JP, Caputo AA. The retentive and stress distributing properties of split threaded endodontic dowels. *J Prosthet Dent.* 1992;68:436-42.
179. Kay E. *Dentistry at a Glance: John Wiley & Sons; 2016:179.*
180. Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. *J Prosthet Dent.* 2003;90:556-62.
181. Standlee JP, Caputo AA, Holcomb J, Trabert KC. The retentive and stress-distributing properties of a threaded endodontic dowel. *J Prosthet Dent.* 1980;44:398-404.
182. Lambjerg-Hansen H, Asmussen E. Mechanical properties of endodontic posts. *J Oral Rehabil.* 1997;24:882-7.
183. Turner C. Post-retained crown failure: a survey. *Dent Update.* 1982;9:221, 4-6, 8-9.
184. Santos AF, Tanaka CB, Lima RG, Espósito CO, Ballester RY, Braga RR, et al. Vertical root fracture in upper premolars with endodontic posts: finite element analysis. *J Endod.* 2009;35:117-20.

185. Lin J, Matinlinna JP, Shinya A, Botelho MG, Zheng Z. Effect of fiber post length and abutment height on fracture resistance of endodontically treated premolars prepared for zirconia crowns. *Odontology*. 2017;1-8.
186. Davy D, Dilley G, Krejci R. Determination of stress patterns in root-filled teeth incorporating various dowel designs. *J Dent Res*. 1981;60:1301-10.
187. Cecchin D, Farina AP, Guerreiro CAM, Carlini-Junior B. Fracture resistance of roots prosthetically restored with intra-radicular posts of different lengths. *J Oral Rehabil*. 2010;37:116-22.
188. 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. *J Prosthet Dent*. 2014;111:30-4.
189. Burns DA, Krause WR, Douglas HB, Burns DR. Stress distribution surrounding endodontic posts. *J Prosthet Dent*. 1990;64:412-8.
190. 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 Biomater*. 2010;6:3747-54.
191. Leary JM, Aquilino SA, Svare CW. An evaluation of post length within the elastic limits of dentin. *J Prosthet Dent*. 1987;57:277-81.
192. Möllersten L, Lockowandt P, Lindén L-A. A comparison of strengths of five core and post-and-core systems. *Quintessence Int*. 2002;33:140-9.
193. Beg RT, Parker MW, Judkins JT, Pelleu Jr GB. Effect of dentinal bonded resin post-core preparations on resistance to vertical root fracture. *J Prosthet Dent*. 1992;67:768-72.
194. Vire DE. Failure of endodontically treated teeth: classification and evaluation. *J Endod*. 1991;17:338-42.
195. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 2002;87:256-63.



196. Pilo R, Cardash HS, Levin E, Assif D. Effect of core stiffness on the in vitro fracture of crowned, endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 2002;88:302-6.
197. Barkhordar RA, Radke R, Abbasi J. Effect of metal collars on resistance of endodontically treated teeth to root fracture. *J Prosthet Dent.* 1989;61:676-8.
198. Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent.* 2001;29:427-33.
199. Libman WJ, Nicholls JI. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int J Prosthodont.* 1995;8:155-61.
200. Yang H-S, Lang LA, Molina A, Felton DA. The effects of dowel design and load direction on dowel-and-core restorations. *J Prosthet Dent.* 2001;85:558-67.
201. McAndrew R, Jacobsen PH. The relationship between crown and post design on root stress-a finite element study. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2002;10:9-13.
202. Meira JB, Espósito CO, Quitero MF, Poiate IA, Pfeifer CSC, Tanaka CB, et al. Elastic modulus of posts and the risk of root fracture. *Dent Traumatol.* 2009;25:394-8.
203. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent.* 2002;87:431-7.
204. Santos-Filho P, Castro C, Silva G, Campos R, Soares C. Effects of post system and length on the strain and fracture resistance of root filled bovine teeth. *Int Endod J.* 2008;41:493-501.
205. Hayashi M, Sugeta A, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Static and fatigue fracture resistances of pulpless teeth restored with post-cores. *Dent Mater.* 2008;24:1178-86.
206. 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. *Dent Mater J.* 2005;24:225-31.

207. Rosentritt M, Fürer C, Behr M, Lang R, Handel G. Comparison of in vitro fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores. *J Oral Rehabil.* 2000;27:595-601.
208. Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent.* 1979;42:39-44.
209. Farina A, Weber A, Severo BdP, Souza M, Cecchin D. Effect of length post and remaining root tissue on fracture resistance of fibre posts relined with resin composite. *J Oral Rehabil.* 2015;42:202-8.
210. Borelli B, Sorrentino R, Zarone F, Ferrari M. Effect of the length of glass fiber posts on the fracture resistance of restored maxillary central incisors. *Am J Dent.* 2012;25:79-83.
211. Abdulrazzak SS, Sulaiman E, Atiya BK, Jamaludin M. Effect of ferrule height and glass fibre post length on fracture resistance and failure mode of endodontically treated teeth. *Aust Endod J.* 2014;40:81-6.
212. 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. *J Endod.* 2014;40:119-23.
213. Ramesh P, Mathew S, Murthy SB, George JV, Hegde S, Premkumar R. Efficacy of Ribbond and a fibre post on the fracture resistance of reattached maxillary central incisors with two fracture patterns: a comparative in vitro study. *Dent Traumatol.* 2016;32:110-5.
214. Ferrario V, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia G. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 2004;31:18-22.
215. Körber K, Ludwig K. The maximum bite force as a critical factor for fixed partial dentures. *Dent Labor.* 1983;31:55-60.

## EKLER



T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 70904504/ 200  
Konu :

22.05/2017

Sayın

Doç.Dr.Şebnem BÜYÜKKAPLAN  
Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Öğretim Üyesi

Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz,  
"Farklı Kanal içi Uzunluklara Sahip İki Farklı Post Sisteminin Kırılma Dayanımlarının  
Karşılaştırılması" adlı çalışmaya ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Arda TAŞATARGİL  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

Adres : Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı I. Kat ANTALYA  
Tel : (242)249 69 54  
Faks : (242) 249 69 03  
e-posta : etik@akdeniz.edu.tr

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

2017

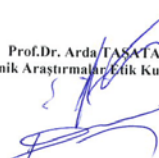
**KARAR**

<b>ETİK KURUL BİLGİLERİ</b>	ETİK KURULUN ADI	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Binası A Blok I. Kat No: A1-05 Kampüs /ANTALYA
	TELEFON	0 (242) 249 69 54
	FAKS	0 (242) 249 69 03
	E-POSTA	etik@akdeniz.edu.tr
	ETİK KURUL KODU	2012-KAEK-20
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI	Doç.Dr.Şebnem BÜYÜKKAPLAN	
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Kanal içi Uzunluklara Sahip İki Farklı Post Sisteminin Kırılma Dayanımlarının Karşılaştırılması	
<b>KARAR BİLGİLERİ</b>	Karar No: 302	Tarih: 10.05.2017
	Yukarıda bilgileri verilen çalışmanın bütçesinin Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından karşılanması koşulu ile yapılmasında <u>bilimsel</u> ve etik açısından sakınca olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.	

Prof.Dr. Arda TAŞATARGİL  
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Öğr.Gör.Dr.Mustafa Levent ÖZGÖNÜL  
Başkan Yardımcısı (Izinli)

  
Prof.Dr.Murat CANPOLAT  
Üye

  
Prof.Dr.Dilara INAN  
Üye.

  
Prof.Dr.Necmiye HADİMOĞLU  
Üye

  
Prof.Dr.Selahattin KOMRU  
Üye

  
Doç.Dr.Gülşüm ÖZGE BAYRAL  
Üye

Doç.Dr.Dijle KİPMEN KORGUN  
Üye (Izinli)

  
Doç.Dr.Özgür DURSUN  
Üye

  
Yrd. Doç. Dr. Mehtap TÜRKAY  
Üye

  
Yrd. Doç. Dr. Banu NUR  
Üye

Dr. Ünal HÖLÖR  
Üye (Izinli)

Turgut ALTUN  
Üye (Izinli)

Av. Mustafa AÇIKEL  
Üye



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı	İlhan	Uyruğu	T.C.
Soyadı	ALTINSOY	Tel no	05376874038
Doğum tarihi	21.09.1988	e-posta	ilhanaltinsoy@gmail.com

### Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Hüseyin Avni Sözen A.L.	2007
Lisans/Yüksek Lisans	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2013
Doktora		

### İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Arş. Gör.	Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fak.	3

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	YDS	97

### Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

### Burslar-Ödüller:

### Yayınlar ve Bildiriler:

Lateral kesici diş eksikliğinde konservatif bir yaklaşım; 22. Türk Prostodonti Derneği Bilimsel Kongresi, Antalya.

