



**GÜNCEL POST MATERYALLERİNİN (PEEK, FİBER,
DÖKÜM METAL) FARKLI FERRULE KOŞULLARINDA
KIRILMA DAYANIMLARININ İNCELENMESİ**

Başak TOPDAĞI
Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Funda BAYINDIR

Doktora Tezi-2023



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

**GÜNCEL POST MATERYALLERİNİN (PEEK, FİBER,
DÖKÜM METAL) FARKLI FERRULE KOŞULLARINDA
KIRILMA DAYANIMLARININ İNCELENMESİ**

Başak TOPDAĞI

Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Funda BAYINDIR

ERZURUM

2023

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Koronal doku harabiyeti	4
2.2. Ferrule etkisi	5
2.3. Post kor uygulamaları	6
2.3.1. Post kor restorasyonlarının tarihçesi.....	6
2.3.2. Post kor restorasyonlarının endikasyon ve kontrendikasyonları.	7
2.3.2.1. Post kor restorasyonların endikasyonları	7
2.3.2.2. Post kor restorasyonların kontrendikasyonları	8
2.3.3. Post kor restorasyonlarda dayanıklılığa etki eden faktörler.....	8
2.3.3.1. Post uzunluğu.....	10
2.3.3.2. Post çapı.....	10
2.3.3.3. Post şekli	11
2.3.3.4. Postun yapısı	11
2.3.4. Post korların sınıflandırılması.....	11
2.3.4.1. Metal postlar	13
2.3.4.2. Fiber postlar	19
2.3.4.3. Seramik postlar	24
2.3.4.4. Peek postlar	25
2.4. Post kor restorasyonların simantasyonu	29
2.5. Kor materyalleri	32
2.5.2. Prefabrik kor materyalleri	33
2.5.3. Döküm metal korlar	34

2.5.4. Seramik korlar.....	34
2.6. Post kor ile restore edilmiş dişlerin protetik restorasyonunda kullanılan materyallerinin sınıflandırılması.....	35
2.6.1. Lössit ile güçlendirilmiş cam seramikler.....	36
2.6.2. Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler	36
2.6.3. Feldspatik porselenler	37
2.6.4. Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramikler.....	37
2.6.5. Zirkonya esaslı seramikler	38
2.6.7. Hibrit seramikler	39
2.7. Kırılma dayanım testi.....	39
3. MATERYAL VE METOT.....	41
3.2. Endodontik tedavi prosedürü	43
3.3. Kanal içi post yuvası hazırlığı	46
3.4. Ferrule preparasyonu	47
3.5. Post üretimi	49
3.6. Yüzey işlemleri	58
3.7. Yüzey ölçümleri ve yüzey gözlemi	59
3.8. Post materyallerinin kanal içine uygulanması ve simantasyonu	59
3.9. Kor üretimi.....	60
3.10. Kuron materyalinin üretimi ve simantasyonu.....	64
3.11. Yaşlandırma prosedürü	66
3.12. Kırılma dayanım testi.....	67
3.13. İstatistiksel analiz.....	68
4. BULGULAR.....	70
5. TARTIŞMA.....	82
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKLAR	97
EKLER	112
EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	112
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	113

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmada, konu seçimimden araştırmanın yürütülmesine kadar tezimin her aşamasında, yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Funda Bayındır'a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez izleme komitemde yer alarak değerli görüşleri ile araştırmanın şekillenmesini sağlayan Prof. Dr. Nurcan Özakar, Doç. Dr. Merve Köseoğlu ve Doç. Dr. Alper Özdoğan hocalarıma teşekkür ederim. Atatürk üniversitesi protetik diş tedavisi anabilim dalında görmüş olduğum akademik eğitimin yanı sıra, bu büyük ailenin bir parçası olduğumuzu hissettiren tüm değerli hocalarıma teşekkür ederim. TSA-2021-9823 numaralı bilimsel araştırma projesi kapsamında, çalışmayı destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne destekleri için teşekkür ederim. Doktora eğitimim süresince, bana sabırla çok büyük destek veren eşime, anneme; bu süreçte gösterdikleri anlayış için Defne ve Ali'ye bu teşekkürü bir borç bilirim.

Başak TOPDAĞI

ÖZET

Güncel Post Materyallerinin (Peek, Fiber, Döküm metal) Farklı ferrule koşullarında Kırılma Dayanımlarının İncelenmesi

Amaç: Günümüzde kullanılmakta olan güncel post materyallerinin kırılma dayanımları; post materyalinin kırılma tipini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada, post materyali olarak kullanımı henüz yaygınlaşmamış olan peek postların kırılma dayanımlarının; oluşacak kırık paterni üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Çalışmada; 66 adet çekilmiş üst santral kesici insan dişi kullanıldı. Metal, fiber ve peek materyallerinden 6 grup (CP-0, CP-1, FP-0, FP-1, PP-0 ve PP-1) oluşturulacak şekilde post üretimleri yapıldı (n=11). Daha sonrasında örnekler 0.2 cm/min hızda zirkonyum kuron kaplamanın palatinal bölgesinden dişin uzun aksı ile 135° derece açı yapacak şekilde kırılma dayanımı testine tabi tutuldu. Örnekler, kırık tiplerine göre onarılabilir ve onarılamaz şeklinde sınıflandırıldı. Verilen istatistik analizinde ANOVA testi kullanıldı. Post-hoc testler Tukey ve Tamhane's T2 testi kullanılarak yapıldı. Kategorik değişkenler arasındaki kıyaslamalarda ise Pearson Ki-kare testi ve Fisher-Freeman-Halton testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak alındı.

Bulgular: Fraktür dayanımı test sonuçlarına göre, metal kişisel post kullanılan gruplar (CP-0 VE CP-1) diğer tüm gruplardan yüksek kırılma dayanımı göstermiştir. Optik mikroskop incelemesi sonuçlarına göre; ferrule preparasyonu yapılmış olan peek post grubunda (PP-0) onarılabilir tipte kırık görülme oranı diğer gruplardan (CP-0, CP-1, FP-0 ve PP-0) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. ($p<0.05$) Ferrule preparasyonu yapılmış olan fiber (FP-1) ve peek (PP-1) post grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. ($p>0.05$)

Sonuç: Ferrule etkisi bulunmayan durumda, kullanılan materyal fark etmeksizin kırıklar katastrofik karakterdedir. Post materyali olarak peek kullanımı, oluşan kırıkların onarılabilir seviyede kalmasına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ferrule, Kırılma dayanımı, Peek post.

ABSTRACT

Investigation of Fracture Strength of Current Post Materials (Peek, Fiber, Cast metal) in different ferrule conditions.

Aim: Fracture strength of peek posts, which have not yet become widespread as a post material; It was aimed to examine its effect on the fracture pattern that will occur.

Material and method: In the study; 66 extracted upper central incisor human teeth were used. Posts were produced in 6 groups from metal, fiber and peek materials (n = 11). Afterwards, the samples were subjected to the fracture strength test at a speed of 0.2 cm/min. Specimens were classified according to fracture type as repairable or non-repairable. ANOVA test were used in the given statistical analysis. Post-hoc tests were performed using Tukey and Tamhane's T2 test. After the ANOVA test was used for post-hoc tests. Pearson Chi-square test and Fisher-Freeman-Halton test were used for comparisons between categorical variables. Statistical significance level was taken as $p < 0.05$.

Results: Metal post cores showed higher fracture strength than all other groups. According to the results of optical microscope examination; The incidence of repairable fractures in the peek post group (PP-0), which had ferrule preparation, was found to be significantly higher than the other groups). ($p < 0.05$) There was no significant difference between the ferrule-prepared fiber (FP-1) and peek (PP-1) post groups. ($p > 0.05$)

Conclusion: In the absence of the ferrule effect, fractures are catastrophic, regardless of the material used. The use of peek as a post material contributes to keeping the fractures at a repairable level.

Key Words: Ferrule, Fracture strength, Peek post.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al₂O₃	: Alüminyum oksit
B₂O₃	: Bor oksit
Cad/Cam	: Bilgisayar destekli üretim
Delrin	: Poli oksit metilen
Dk	: Dakika
DO	: Disto okluzal
Gpa	: Gigapaskal
Kg	: Kilogram
LiO₂	: Lityum oksit
Li₂Si₂O₃	: Lityum silisyum oksit
MDP	: Metakrilol oksidesil dihidrojen fosfat.
10-MDP	: 10-Metakrilol oksidesil dihidrojen fosfat.
MO	: Meziyo okluzal.
Mm	: Milimetre
MOD	: Meziyo okluzo distal
Mpa	: Megapaskal
Mpa/m²	: Metrekare başına düşen basıncın megapaskal biriminde değeri
N	: Newton
NaOCI	: Sodyum hipoklorit
Ni-Cr	: Nikel-Krom
Peek	: Polietereterketon
Pekk	: Polieterketonketon
P₂O₃	: Difosfor trioksit
S	: Saniye
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
SiO₂	: Silisyum dioksit
Sn	: Saniye
SR	: Yüzey pürüzlülük
TiO₂	: Titanyum oksit
TZP	: Tetragonal zirkonya polikrital
UV	: Ultraviyole

Y₂O₃ : Yitrium oksit
Y-TZP : Yitrium tetragonal zirkonya polikrital
ZrO₂ : Zirkonyum dioksit
Zr₂O₃ : Zirkonyum oksit
μm : Mikrometre



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan adheziv ambar.....	31
Şekil 2.2. Çalışmada kullanılan rezin siman.....	32
Şekil 2.3. A) Onarılamaz tipte kırık B) Onarılabılır tipte kırık	40
Şekil 3.1. Ölçü materyali ile birlikte delrin modele gömülen örnek diş preparasyonu ..	43
Şekil 3.2. Kanal tedavisi tamamlanmış santral diş görünümü.....	45
Şekil 3.3. Kanal tedavisi tamamlanmış santral diş örneğinin kuron kısmının uzaklaştırılması	46
Şekil 3.4. Ferrule preparasyonu yapılmamış santral diş örneği.....	47
Şekil 3.5. Üst birinci keser diş örneği üzerinde hazırlanan ferrule preparasyonunun 2 mm yüksekliği.....	48
Şekil 3.6. Üst birinci kesici diş örneği üzerinde hazırlanan ferrule preparasyonunun 1 mm kalınlığı	49
Şekil 3.7. Dijital, laboratuvar tipi ölçü tarayıcı	52
Şekil 3.8. Tasarlanan peek post örneğin horizontal düzlemde Cad-Cam ekran görüntüsü	53
Şekil 3.9. Hazırlanan peek post örneğin proksimal yüzeyinin Cad-Cam görüntüsü.....	54
Şekil 3.11. Döküm metal post kor örnekler.....	56
Şekil 3.12. Prefabrik fiber post örnekler.....	57
Şekil 3.13. Peek post örnekler	57
Şekil 3.14. Tüm post materyalleri ve eşleşen diş örnekleri	58
Şekil 3.15. Metal post örneklerin yüzeyinin kumlanmasına ait görüntü	59
Şekil 3.16. Kompozit dolgu materyali ile yapılan örnek kor yapısı	60
Şekil 3.17. Kompozit kor örnekten asetik matriks ölçü oluşturulması.....	61
Şekil 3.18. Asetil matriks kalıp	62
Şekil 3.19. Tüm örneklerin delrin model içerisindeki görüntüsü	63
Şekil 3.21. Hazırlanan zirkonyum alt yapı kuronların proksimal yüzden görüntüsü	66
Şekil 3.22. Kırılma dayanım testi düzeneği A. Düzenek ucu B. Zirkonyum altyapı C. Polieter ölçü materyali. D. Delrin model	68
Şekil 4.1. Katastrofik tipte bir kırığın optik mikroskop görüntüsü	74
Şekil 4.3. Onarılabılır tipteki bir kırığın optik mikroskop görüntüsü.....	75

Şekil 4.4. Peek post örneğın 35 kat büyütme altındaki SEM görüntüsü	76
Şekil 4.5. Peek post örneğın 20.000 büyütme altındaki SEM görüntüsü	77
Şekil 4.6. Metal post örneğın 35 kat büyütme altındaki SEM görüntüsü.....	78
Şekil 4.7. Metal post örneğın 20.000 büyütme altındaki SEM görüntüsü.....	79
Şekil 4.8. Fiber post örneğın 35 kat büyütme altındaki SEM görüntüsü.....	80
Şekil 4.9. Fiber post örneğın 20.000 kat büyütme altındaki optik mikroskop görüntüsü	81



TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Çalışma dizaynı.....	42
Tablo 3.2. Post materyallerinin üretim metodu ve içerikleri	51
Tablo 4.1. Kırılma dayanım testinin ANOVA istatistik sonuçları.....	71
Tablo 4.2. Yüzey pürüzlülük değerlerinin ANOVA testi sonucu.....	72
Tablo 4.3. Kırığın onarılabilirliğinin post hoc istatistiksel analizi.....	73



1. GİRİŞ

Endodontik tedavi uygulanan dişlerin prognozu; kalan diş dokusu miktarı, uygulanan tedavi prosedürü, uygulanan materyal tipi, mevcut dişin dental ark üzerindeki pozisyonu gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Alqarawi ve ark., 2021; Fráter ve ark., 2021; Kinney ve ark., 1996; Manfredi ve ark., 2016; Topçuoğlu ve ark., 2014). Koronal doku kaybının %50 veya daha fazla olduğu durumlarda, kalan diş dokularının devamlılığının sağlanabilmesi için, post-core tedavisi uygulanabilmektedir (Cheung, 2005; Ferrari ve ark., 2001). Bununla birlikte, ferrule etkisinin ve kalan diş dokusu miktarının da dişin kırılmaya karşı direncini artırdığı bilinmektedir (Akkayan, 2004; Meng ve ark., 2007; Skupien ve ark., 2016; Sorensen ve Engelman, 1990). Ferrule, kron preparasyonunda, gingival bölgedeki diş yapısında dişi çepeçevre saran vertikal bir bant olarak tanımlanmaktadır (Fráter ve ark., 2021; Meng ve ark., 2007). Kalan diş dokularının etrafında bir ferrule preparasyonu yapmak ve ferrule etkisi oluşturmak, kanal içi stresi azaltmak ve olası kök kırıklarının önüne geçmede etkili olabilmektedir (Fráter ve ark., 2021; Juloski ve ark., 2014; Stankiewicz ve Wilson, 2002). 1 mm'lik ferrule etkisinin dahi restorasyonun stabilizasyonunda etkili olan minimum genişlik olduğu daha önceden yapılan literatür çalışmalarda gözlenmiştir. Tjan ve Whang, yapmış oldukları çalışmada 1 mm, 2 mm ve 3 mm'lik ferrule genişlikleri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemişlerdir (Tjan ve Whang, 1985). Fontana ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, 0.5 mm'lik ferrule genişliğinin etkisinin düşük olduğunu gözlemlenmiştir (Fontana ve ark., 2019). Yapılan çalışmalar, ferrule yüksekliğinin dayanıklılık açısından daha önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Post kor restorasyonlar için bulunması gereken minimum ferrule yüksekliğinin 1.5-2 mm olduğu bildirilmiştir (Akkayan, 2004; Jotkowitz ve Samet, 2010; Pierrisnard ve ark., 2002; Stankiewicz ve Wilson, 2002). Kalan diş dokusunun miktarına ek olarak; endodontik olarak tedavi edilen

dişlerin prognozunda, kullanılacak olan restorasyonun tipi ve materyal seçimi de çok önemlidir (Yang ve ark., 2015). Günümüzde diş hekimliği esas olarak iki tip post sistemi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunlardan biri, prefabrik post sistemleridir. Diğeri ise metal döküm post korlardır (Madfa ve ark., 2015). Bu sistemlerin birbiri üzerine çeşitli avantajlı ve dezavantajlı durumları bulunmaktadır. Prefabrik fiber postların kullanımı, diş üzerine gelen çiğneme kuvvetlerinin dengeli dağılamamasına neden olmaktadır (Cathro ve ark., 1996; Lassila ve ark., 2005). Rezin-fiber postların statik veya dinamik davranışı; bileşimine (lif tipi ve yoğunluğu), üretim tekniğine, rezin-lif ara yüzünün kalitesine de bağlıdır (Grandini ve ark., 2005).

Kök, kanal yapısına uygun olarak üretilen metal ve seramik postların ise elastik modül değerleri (titanyum için 110 Gpa, zirkonyum için 200 Gpa ve alüminyum oksit için ise 300 Gpa) dentine göre yüksek değerlerdedir (Cathro ve ark., 1996). Döküm post korların metalik renk göstermeleri, korozyon, desimantasyon, retansiyon kaybı, kök kırığı oluşumu gibi birçok dezavantajından dolayı, fiber post sistemleri klinik kullanım için tercih edilmektedir (Drummond ve Bapna, 2003; Fredriksson ve ark., 1998; Miura ve ark., 2021; Tay ve Pashley, 2007). Metal postlar ile kıyaslandığında bir çok üstün özellik gösteriyor olmasına rağmen fiber postlar; servikal dentin ve restorasyon sınırında mekanik strese neden olmakta ve diş yapısını güçlendirmemektedir (Miura ve ark., 2021). Ayrıca, metal postlardan (95.0-110.0 GPa) daha düşük bir elastisite modülüne (45.7–53.8 GPa) sahip olmalarına rağmen, bu değer hala dentinin (18.6 GPa) neredeyse üç katıdır (Sakaguchi ve Powers, 2011; Soliman ve ark., 2021). Polietereterketon (peek); mekanik, termal ve kimyasal özellikleri, yorulma direnci, düşük su absorpsiyonu ve mükemmel biyouyumluluğu sayesinde diş hekimliğinde giderek daha popüler hale gelen; yarı kristal yapılı, yüksek performanslı bir termoplastik polimerdir (Chaijareenont ve ark., 2018; Henriques ve ark., 2018). Elastik modül gibi mekanik özellikleri, dolgu içeriği

değiştirilerek ve inorganik dolgu maddeleri dahil edilerek ayarlanabilmektedir (Díez-Pascual ve Díez-Vicente, 2015; Li ve ark., 2020). Peek'in dentine yakın elastik modülü, restorasyonlara aktarılan kuvvetleri azaltan bir stres kırıcı olarak işlev görmesini sağlamaktadır (Ozarslan ve ark., 2021). Bu durum çok önemli bir avantajdır; çünkü, dental materyaller dentine benzer bir elastik modüle sahip olduğunda, stres dağılımının homojen olduğu rapor edilmiştir (Henriques ve ark., 2018; Stawarczyk ve ark., 2014). Ayrıca radyolüsens oluşu, tedavi prosedürlerinin adım adım değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Toth ve ark., 2006). Bununla birlikte; yüksek performanslı polimer olan peek'i, insan dişlerinde uygun yüzey işlemleri ve reçine bağlama sistemleri kullanılarak, bir post malzemesi şeklinde değerlendiren çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; ferrule etkisinin metal, cam fiber ve peek materyali ile hazırlanmış postlarda, kırılma dayanımına katkısını incelemektir.

Bu çalışmada iki adet hipotez bulunmaktadır. Hipotezlerin birincisi; peek post gruplarının diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek kırılma dayanımı göstermesidir. Çalışmanın ikinci hipotezi ise; ferrule preparasyonu yapılmayan peek post grubunun kırılma dayanımının, ferrule preparasyonu yapılmış olan diğer deney gruplarından anlamlı farklılık göstermemesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Koronal doku harabiyeti

Endodontik tedavi görmüş dişler yapısal olarak birçok değişikliğe uğramaktadır. Kanal tedavisini takiben dişte var olan nem oranı, elastik modülü ve çeşitli kuvvet dayanımları değişmektedir (Huang ve ark., 1992). Tedavi öncesi mevcut olan madde kaybı, tedavi sırasında oluşturulan preparasyonlar ve tedavi sonrasında canlılığını kaybeden dişte meydana gelen organik değişiklikler; endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonunu zorlaştıran ve kırılma dayanımını düşüren faktörlerdir (Assif ve Gorfil, 1994).

Endodontik tedavi görmüş dişlerin biyomekaniğini değiştiren esas faktör, sert doku kaybıdır. Bu sebeple, % 50'den fazla koronal doku kaybı olan endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonunda, dişin kök kanalından destek alınarak hazırlanan bir post ve postun üzerinde koronal destek sağlayan bir kor yapısından faydalanılmaktadır (Durmuş ve Oyar, 2014). Kalan diş dokusu, kalan aksiyal duvar sayısına göre bir sınıflandırmayla değerlendirilecek olursa;

- Sınıf 1: Mezial, distal, bukkal ve palatinal; 4 aksiyal duvarın mevcut olduğu dişlerdir. Duvarların kalınlığı yeterli ise post uygulamasına gerek duyulmamaktadır.
- Sınıf 2: Sadece bir aksiyal duvarın eksik olduğu dişler sınıf 2 olarak tanımlanmaktadır. Bu sınıflandırmaya dahil olan dişler için MO (meziyo okluzal) veya DO (disto okluzal) kaviteler bulunmaktadır. Restorasyon için post uygulamasına gerek duyulmamaktadır.
- Sınıf 3: İki duvar kaybı olan, meziyo okluzo distal (MOD) kaviteleri kapsar. Bu şekilde iki duvarın kaybedildiği MOD kavitelerde ve proksimal kavitesi olan anterior bölge dişlerinde post uygulanması gerekmemektedir.

- Sınıf 4: Sadece bukkal veya sadece lingual duvarın kaldığı kaviteleri temsil etmektedir.

Bu sınıfa dahil olan dişlerde post uygulamasının yapılması gerekmektedir. Eğer bu dişler sabit veya hareketli bölümlü protezler için dayanak olarak kullanılacaksa, post yerleştirilmesini takiben kron restorasyonu yapılması gerekmektedir.

- Sınıf 5: 4 aksiyal kavite duvarının da kaybedildiği, dişlerin yüksek oranda harabiyet gösterdiği bir durumdur. Bu durumda kor materyaline destek sağlamak amacıyla post uygulanması gerekmektedir. Ferrule etkisinin sağlanması bu durumdaki dişler için kritik önem arz etmektedir (Peroz ve ark., 2005).

2.2. Ferrule etkisi

Alveolar kemik seviyesinin üzerinde restorasyona paralel kök yönünde uzanan diş dokusunun varlığı ferrule etkisi olarak tanımlanmaktadır (Al-Sanabani ve ark., 2023). Ferrule etkisi bulunan bir restorasyonda radiküler dokularda oluşan stres miktarında azalma ve dolayısıyla kök kırığı insidansında düşüş olduğu daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Madani ve ark., 2023). Çalışmalar 1.5-2 mm yüksekliğindeki ferrule etkisinin kalan dişteki dayanıklılığı artırmada yeterli olduğunu göstermektedir (Pierrisnard ve ark., 2002).

Post ve kor ile restore edilmiş bir dişin dayanıklılığı, ferrule etkisinin sağlanabilmesi başta olmak üzere; post materyaline, uzunluğuna, kök duvarlarının kalınlığına, postun diş dokuları ile olan bağlantısına ve diş üzerine gelecek kuvvet faktörlerine bağlıdır (Fernandes ve ark., 2003). Hatta daha önce yapılan bir sistematik derleme post uygulamasının restorasyonun sağkalımı üzerine etkisinin olmadığını, ferrule etkisinin ise restorasyonun sağkalımını anlamlı derecede artırdığı sonucuna ulaşmıştır (Coşkun ve Yaluğ, 2002; Naumann ve ark., 2018; Shillingburg ve ark., 2012).

2.3. Post kor uygulamaları

2.3.1. Post kor restorasyonlarının tarihçesi

Farklı sebeplerden kaybedilen diş dokusunun restorasyonu ile ilgili farklı tedavi seçenekleri diş hekimliği tarihi boyunca araştırılmıştır. Güncel post kor tedavilerine benzer bir yöntem, ilk olarak kök içerisine destekleyici bir tel uygulanıp, koronal bölgeye ise tahta bir çivinin yerleştirilmesi yöntemi ile tanımlanmıştır. Günümüzde kullanılan post sistemlerine benzeyen ilk yöntem ise 1728’de Pierre Fauchard tarafından tanımlanmıştır (K. C. Trabert ve J. P. Cooney, 1984). Kor yapısı olarak kullanılan tahta materyalinin zamanla nem alması ve şişmesi sonucu kök kırığına sebep olduğunu gözlemleyen Fauchard, seramik ve altın materyallerini kor yapısı materyali olarak kullanmıştır (Ring, 1989). Fauchard dönemin basit postlarını tanımlamıştır. İlerleyen yıllarda, Etienne Bourdet tarafından vidalı postlar ve Maggiola tarafından yaylı postlar geliştirmiştir (Ring, 1989). 1841 yılında Lefoulon, kök kanalının mum ile ölçüsünün alınarak ölçüye uygun bir silindirin alçı model üzerinde adaptasyonunu tanımlayan bir yöntem geliştirmiştir.(Morgano ve Brackett, 1999) Bu gelişmelerden birkaç yıl sonra, Sir John Tomes, post uzunluğu ve çapı ile ilgili günümüzdeki kurallara benzeyen temel kuralları belirlemiştir (Qualtrough ve Mannocci, 2003). 19. Yüzyılın sonlarına doğru farklı bir konsept tanıtılmıştır. M. Richmond tarafından tasarlanan ve “Richmond Kron” adı ile piyasaya sürülen bu restorasyonlar; post-kor ve kronun tek bir parça olarak üretildiği restorasyonlardır. Kanal postunun üzerine uygulanan altın plakalar sayesinde kökün korunması amaçlanmıştır (Hudis ve Goldstein, 1986; Mishra ve ark., 2015).

Günümüzde yapılan post kor tedavilerine benzer nitelikte tanımlanan ilk restorasyon ise Horst Uhling tarafından 1950 yılında gerçekleştirilmiştir (Uhlig, 1970). Döküm altın post korların da uygulanmaya başlanmasının ardından, 1966 yılından sonra

vidalı veya simante prefabrik postlar ve kompozit korlar kullanıma girmiştir (Karaçolak ve Türkün, 2015).

Dicor dökülebilir cam-seramiğin 1973 yılında Grossman tarafından geliştirilmesini takiben 1989 yılında, cam seramik post ve kor uygulamalarını klinik kullanıma sunulmuştur (Kwiatkowski ve Geller, 1989). Artan estetik beklentiler ve optik özellikler 1980'lerin sonlarında, yitrium oksitle stabilize edilmiş zirkonyum seramik postların geliştirilmesini sağlamıştır (Kwiatkowski ve Geller, 1989). Tüm bu gelişmelerin ardından cam infiltre alüminyum oksit seramikten yapılmış postlar kısa süre içinde klinik kullanıma girmiştir (So, 1999). Duret ve arkadaşları 1990 yılında karbon fiberlerle güçlendirilmiş rezin materyalden yapılan yeni bir metal içermeyen post sistemini tanıtmışlardır (So, 1999). Hemen ardından da fiberle güçlendirilmiş rezinlerin estetik ve biyomekanik avantajlarını kullanmak amacıyla, cam fiber ve polietilen fiber gibi farklı fiber tipleri post üretim teknolojisinde kullanılmaya başlanmıştır (Erik ve ark., 2018). Günümüzde halen estetik, dayanıklılık, sağkalım gibi çeşitli parametreler ışığında ideal post kor materyali arayışı devam etmektedir.

2.3.2. Post kor restorasyonlarının endikasyon ve kontrendikasyonları.

2.3.2.1. Post kor restorasyonların endikasyonları

1. Dekalsifikasyon, kırık veya aşınma, önceden mevcut olan restorasyonun yenilenmesi ve bunun gibi sebeplerle dişlerde %50'den fazla kron harabiyeti görülebilir. Genel bir kural olarak üç veya daha fazla aksiyal duvarını kaybetmiş ve/veya yeterli ferrule etkisinin sağlanamadığı durumlarda,
2. Mine veya dentin dokusunun gelişimsel bozukluklarına bağlı meydana gelen madde kayıplarının restore edilmesinde,

3. Travma kaynaklı kırıkların onarımında kök içinden destek alınmasına ihtiyaç duyulduğunda,
4. Kökten destek ve retansiyon sağlanması gerektiğinde, yapılması gereken overdenture protezlerinde ataçmanların köklere post-kor şeklinde birleştirilmesi gerektiğinde,
5. Malpoze dişlerin okluzal ve aksiyal pozisyonlarının düzeltilmesi amacıyla yapılan protetik tedavilerde kullanılırlar (Khan ve ark., 2023; Türk ve ark., 2023; Dudley, 2023).

2.3.2.2. Post kor restorasyonların kontrendikasyonları

1. Periapikal lezyon bulunan dişler,
2. Post yerleştirilmesine izin vermeyecek derecede eğri veya yeterli dentin desteğini sağlayamayacak derecede ince köklerin varlığında,
3. Kökte çatlak veya kırık varlığında,
4. Kalsifiye kanal mevcudiyetinde,
5. Oral hijyen durumu iyi olmayan hastalarda,
6. Endodontik tedavi sonucu perforasyona uğramış köklerde, post kor uygulanması kontraendikedir (Türk ve ark., 2023).

2.3.3. Post kor restorasyonlarda dayanıklılığa etki eden faktörler

Post kor uygulamaların restorasyonun dayanıklılığı üzerine etkisi 2 temel mekanizma üzerinden sağlanmaktadır. Birincisi; diş üzerine uygulanan kuvvetleri, yerleştirildiği kökün uzun eksenini doğrultusunda dağıtmaktır. İkincisi; yapısal bütünlüğünün büyük bir kısmını kaybetmiş krun için, kökten destek olarak dayanıklılık sağlayacak kor yapıyı sağlamaktır (Assif ve ark., 1993; Assif ve Gorfil, 1994).

Kanal tedavili dişlerde post kullanım endikasyonu; temelde kalan diş dokusu miktarının temel faktör olduğu, birkaç farklı değerlendirme yöntemi ile tanımlanmaktadır (Barkhordar ve ark., 1989). Literatürde endikasyona dahil etme konusunda araştırmacılar arasında farklı görüşler bulunmaktadır (Giroto ve ark., 2021). Bazı araştırmacılar, aksiyal kavite duvarının üç veya daha fazlasını kaybetmiş, ferrulesi 2 mm'den az veya kökün alveol kemik seviyesinde olduğu dişlerde post kullanımının gerekli olduğunu savunurken; bazı araştırmacılar ise koronal diş dokusunun % 50'den fazlasının harap olduğu durumlarda post kor uygulamak gerektiğini savunmuşlardır (Christensen, 1998). Tüm faktörlerin yanı sıra mevcut dişin bulunduğu bölge, estetik gereksinimler, diş üzerine gelecek tüm streslerin analizi, planlama kriterlerine dahil edilmelidir (DeSort, 1983).

Post yerleştirilmesi için çoğunlukla kullanılan kök kanalları ise; üst azı dişlerinde palatinal, alt azı dişlerinde ise distal kanallardır. Bu kanallar diş morfolojisi değerlendirildiğinde sıklıkla en geniş ve düz morfolojiye sahip kanallardır (Bolla ve ark., 2007).

Günümüzde geçmiş yılların aksine, kök içerisine yerleştirilen post materyalinin mevcut dişin kırılma dayanıklılığını artırmadığı görüşü yaygın hale gelmektedir. Madde kaybına uğramış bir dişin kırılma dayanımını etkileyen esas faktör, kalan sağlıklı dentin dokusu miktarıdır (Asmussen ve ark., 2005; Sokol, 1984). Sonuç olarak, yapılacak restorasyonların tutuculuğuna katkı sağlayan post materyalinin, kök üzerinde kırılma dayanımını etkileyecek bir etki sağlamadığı son dönemde yapılan bir çok çalışma ile desteklenmiştir (Baraban, 1967; Göhring ve Peters, 2003).

Uygulanan post sistemlerinin en önemli özelliklerinden birisi ise, uygulanan kuvvetleri restorasyon ve kor yapısı üzerinden kökte kalan dentin dokusu üzerine dengeli

bir şekilde dağıtmaktır. Uygulanan post materyalinin yapısal ve fiziksel özellikleri bu stres dağılımı üzerinde büyük etkiye sahiptir. Post materyalinin stres dağıtım mekaniğini etkileyen faktörler; uzunluk, çap, şekil ve yapısal özellikler olarak sıralanabilmektedir.

2.3.3.1. Post uzunluğu

Post uzunluğu ile restorasyonun retansiyonu pozitif bir ilişki içerisinde. Post uzunluğu ve kalan kök dokusunun kırılma direnci konusunda ise araştırmacılar farklı yönde görüşler bildirmişlerdir. Literatürde, artan post uzunluğunun daha fazla rijidite sağlayarak kalan dokularda bükülmeyi azaltacağı, post uzunluğunun kırılma dayanımı üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığı veya fazla uzun hazırlanan postların kalan diş dokusunun yapısal bütünlüğünü bozacağı yönünde farklı görüşler bulunmaktadır (Büttel ve ark., 2009; Cecchin ve ark., 2010; Giovani ve ark., 2009). Post materyalinin uzunluğunun belirlenmesinde birkaç kural uygulanmaktadır;

- Post, krunun insizo-servikal veya oklüzo-servikal boyuna eşit olmalı.
- Post, kurondan uzun olmalı.
- Post, krunun 4/3'ü kadar olmalı
- Post, kökün 1/2, 2/3, 4/5'i kadar olmalı
- Post, kret tepesi ile apeksin orta noktasında sonlanmalı,
- Post, apikal tıkamayı sağlayacak şekilde hazırlanmış kök dolgusunun bütünlüğünü bozmayacak şekilde yerleştirilmelidir (Baraban, 1967).

2.3.3.2. Post çapı

Kanal tedavili bir dişte postun etrafında kalan dentin dokusunun kalınlığı kırılma dayanımı açısından en önemli faktördür (Barcellos ve ark., 2013). Kalan dentin miktarının belirlenmesinde farklı parametreler kullanılmaktadır. Sorensen ve ark. streslerin yoğun olduğu apikal bölgede 1 mm dentin kalınlığının bulunması gerektiğini

belirtmişlerdir (Sorensen ve Martinoff, 1984). Post çapının olması gereken ideal kalınlık kök çapının 1/3' olarak tanımlanmıştır.(Sirimai ve ark., 1999) Kök kırığı insidansını azaltan ideal oranın, 1/4 olduğunu ileri süren farklı çalışmalar da bulunmaktadır (Mou ve ark., 2009).

2.3.3.3. Post şekli

Paralel kenarlara sahip olan postlar dentinden fazla miktarda doku kaldırılmasını gerektirir. Ayrıca, bu dizayn apikal bölgede dik ve keskin bir şekilde sonlandığından stres noktaları oluşturmaktadır (Stephen ve Richard, 2002). Konik yapıya sahip olan postlar dentin için daha konservatif bir preparasyonu mümkün hale getirir. Fakat, konik yapıya sahip postlarda kuvvetler servikal bölgede yoğunlaşır (Stockton, 1999). Servikal bölgede oluşan kuvvetler, istenmeyen kama etkisinin oluşmasının en önemli sebebidir. Paralel kenarlı ve konik sonlanan postları karşılaştıracak olursak; paralel kenarlı postlar daha yüksek tutuculuğa sahiptir. Paralel kenarlı postlar gerilme, baskı ve makaslama kuvvetlerine daha yüksek dayanım gösterirler (Stephen ve Richard, 2002).

2.3.3.4. Postun yapısı

Postun yüzey yapısı, kullanılan siman çeşidini ve dentin yüzeyine adezyonunu etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Düz, vidalı veya çentikli çeşitler bulunmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü bulunan çeşitler düz olanlara göre retantif olanlar oluşturarak tutuculuğu artırırılar. Vidalı olanlarda vida ile dentin arasında oluşan stres alanları kırık olasılığını artırmaktadır (Standlee ve ark., 1982). Kumlama ve benzer yüzey işlemleri düz düzeyli postların tutuculuğunu artırmaktadır (Robbins, 1990).

2.3.4. Post korların sınıflandırılması

Post korlarının sınıflandırılması postun şekline, tutuculuk tipine, yapım şekline ve bileşenlerine göre farklı şekillerde yapılabilmektedir. Postlar kanal içerisindeki

şekillerine göre basitçe konik ve paralel kenarlı olarak ikiye ayrılırken, tutuculuk şekillerine göre aktif veya pasif olarak sınıflandırılabilirler. Aktif postlar; dentin yüzeyine temas eden yivler aracılığı ile tutuculuğu sağlayan postlardır. Pasif postlar ise, kanal duvarlarına temas etmeyen, kanal formuna uygun şekilde üretilen, tutuculuğu ancak yapıştırıcı ajanlarla mümkün olan postlardır. Yapım şekillerine göre ise prefabrik ve özel yapım olarak iki başlıkta sınıflandırılır. Kullanılan materyallere göre de; metal , seramik, fiber, kompozit ve peek postlar olarak sınıflandırılabilirler (Karaçolak ve Türkün, 2015). Kullanılan materyal içeriğine göre yapılan sınıflandırma:

1) Metal Postlar:

- Tip III ve Tip IV dental altın alaşımları,
- Paslanmaz çelik,
- Titanyum ve titanyum alaşımları,
- Platin – altın – paladyum alaşımları (Yüksek oranda platin içeren alaşımlar),
- Kobalt – krom – molibden alaşımları,
- Pirinç alaşımları

2) Fiber Postlar

- Karbon
- Polietilen fiber postlar
- Cam fiber postlar
- Kuartz fiber postlar şeklinde sınıflandırılmaktadır.

3) Seramik postlar

- Cam seramik postlar
- Alüminyum oksit ile güçlendirilmiş seramik postlar
- Freze tekniği ile elde edilen seramik postlar
- Zirkonyum esaslı seramik postlar

4) Peek postlar (Strassler ve Cloutier, 2003).

2.3.4.1. Metal postlar

Metal postlar, 19. yüzyıldan günümüze kadar uygun endikasyonlarda güvenle kullanılmış ve özellikleri sürekli geliştirilmiş post çeşitleridir. Metal postlar; döküm yapılarak hazırlananlar ve prefabrik olanlar şeklinde ikiye ayrılır. Döküm postlar, kanal tedavili kök kanalı içerisine çeşitli özel frezler yardımıyla hazırlanan post yuvası boşluklarının; direk veya indirekt teknikle alınan ölçüsünden, metal alaşımları kullanılarak elde edilir (MK, 2006). Kor yapı genellikle post yapı ile beraber tek parça olarak üretilir (Morgano ve Brackett, 1999). Döküm metal postların içeriğinde kıymetli metal alaşımlar veya baz metal alaşımlar kullanılabilir. Kullanılan metal alaşımın içeriğine bağlı olarak post materyalinin elastik modül, kırılma direnci ve korozyon direnci benzeri fiziksel özellikleri değişmektedir (Aydemir ve Bağlar, 2019). Baz metal alaşımlardan üretilen postlar kıymetli metal alaşımlardan üretilen postlara göre daha yüksek sertlik derecesine sahiptirler. Yüksek sertlik değerleri dentin dokusunun elastik modülü ile kıyaslandığında baz metal alaşımlardan yapılan postların yüksek elastik modül göstermesine sebep olmaktadır. Dolayısıyla, diş üzerine gelen kuvvetleri esneme göstermeden kök boyunca iletip kök kırıklarına neden olmaktadır. Kıymetli metal alaşımlarından yapılan postların yüksek döküm hassasiyeti, dentine yakın elastik modülü ve biyouyumluluk gibi avantajları bulunmaktadır. Döküm post-korlar direkt ve indirekt olmak üzere iki farklı teknikle hazırlanabilirler (Sidoli ve ark., 1997).

- Direkt teknik: Post boşluğu oluşturmak için kök kanalında bulunan güta-perkanın geride 3-6 mm guta kalacak şekilde uzaklaştırılması gerekir. Bu amaçla kullanılan yöntemler kimyasal ve mekanik yöntem olmak üzere iki çeşittir (Hamza ve ark., 2004). Kimyasal teknikte; kloroform, terebentin yağı veya benzeri kimyasal çözücülerin kök kanalında bulunan güta-perka üzerine uygulanarak kök dolgusunun kolayca uzaklaştırılmasını sağlar (Kaplowitz, 1990). Bu teknik ile kalan dentin dokusunda perforasyon riski düşüktür fakat,

kullanılan kimyasalların kalan gütaperkalar üzerinde oluşturduğu çözünme sebebi ile periapikal dokuların hasar görme ihtimali yüksektir. Ayrıca kullanılan çözücülerin kimyasal yapıları toksiktir (Al-Omiri, 2006). Klinik olarak sıklıkla tercih edilen yöntem mekanik tekniktir. Çeşitli ısıtıcılar yardımı ile ısıtılmış kanal aletinin kanal içerisinde 2-3 mm ilerletilip soğumasına fırsat vermeden geri çekilmesi ile post boşluğu oluşturulabilir. Ayrıca günümüzde sıklıkla tercih edilen Gates glidden ve peaso reamer frezler kullanılarak post boşluğu oluşturulabilir. Hazırlanan post yuvası alınan periapikal radyografi ile kontrol edilir, ölçü aşamasına geçilir. Direkt yöntemde post yapımı üç aşamada yapılır. İlk aşamada, girinti bölgesi kalmayacak şekilde post boşluğu hazırlanır. Daha sonra kanal içyapısı izole edilerek mum veya akrilik rezin malzeme yardımıyla kanal ölçüsü alınır. Post kısmının ölçüsü alındıktan sonra kimyasal olarak sertleşen akrilik rezin veya mum ile kor kısmının şekillendirilmesi ağız içerisinde yapılır. Alınan ölçü laboratuvarda tijlenerek dökülür. Elde edilen döküm post-korun uyumu ağızda kontrol edilir ve simantasyonu yapılır (Rosenstiel ve ark., 2001; Shillingburg ve ark., 1997).

- İndirekt teknik: İndirekt teknikte plastik veya metal ölçü postları kullanılır. Kullanılacak ölçü postunun uzunluğu kanal boyuna uygun olacak şekilde ayarlanır. İndirekt teknikte akıcı ve yoğun olmak üzere iki farklı kıvamda ölçü materyali kullanılmaktadır. Akıcı kıvamlı ölçü materyali lentülo yardımı ile dentin duvarlarına ve ölçü postunun yüzeyine uygulanır ve hızlı bir şekilde ölçü postu hazırlanan post boşluğu içerisine yerleştirilir. Ölçü postu post yuvası içerisinde iken yoğun kıvamlı ölçü maddesi ile ilgili çenenin ölçüsü alınır. Alınan ölçü üzerinde laboratuvarda teknisyen tarafından mum örnek hazırlanır post ve kor yapı istenilen metal alaşım kullanılarak üretilir (Alaçam ve ark., 1998) (Rosenstiel ve ark., 2001).

Döküm postların avantaj ve dezavantajları

Döküm postların avantajları

1. Kökün anatomisi ile uyumları iyidir, kanal içerisine uygulanmaları esnasında minimum perforasyon riski vardır (Kenneth C Trabert ve Joseph P Cooney, 1984).
2. Postun kanal içerisine yerleştirilmesi sırasında dentin dokusunda oluşan kuvvetler prefabrik olan çeşitlere göre daha düşük seviyededir. Bu durumun nedeni, morfolojik yapıya uygun tasarımı ve dolayısıyla kök ucuna doğru daralan yapısı sayesinde uygulanan fazla simanın koronale doğru çıkabilmesidir (Kenneth C Trabert ve Joseph P Cooney, 1984).
3. Post ve kor yapı beraber üretildiği için iki yapı arasındaki bağlantı problemleri döküm postlarda bulunmamaktadır.
4. Geniş ve oval yapıdaki kanallara adaptasyonun sağlanması konusunda döküm postlar kanala özel olarak hazırlandıkları için daha iyidirler. Geniş ve oval kanal içerisine uygulanan prefabrik post ile kanal dentini arasında oluşan boşluk kısımlar siman ile doldurulmaktadır. Bu durum restorasyonun kırılma direncini olumsuz etkileyerek başarısızlığa sebep olabilir (Kenneth C Trabert ve Joseph P Cooney, 1984).
5. Korozyona dirençlidir.
6. Prefabrik postlar ile kıyaslandıklarında daha az rijidite gösterirler. Bu durum gelen kuvvetleri bir miktar tolere edip elastik deformasyon göstermelerini sağlar (Morgano ve Milot, 1993).
7. Post ile kor arasında açılendirme yapılması gereken durumlarda, prefabrike postların bükülme direnci plastik bir deformasyon olmadan bu açılendirmayı sağlamayı mümkün

kılmamaktadır. Böyle durumlar için döküm post sistemleri daha kullanışlıdır (Morgano ve Brackett, 1999; Kenneth C Trabert ve Joseph P Cooney, 1984).

Döküm postların dezavantajları

1. Hassas ve zaman alıcı bir teknik gerektirdikleri için yapımları zordur (Qualtrough ve Mannocci, 2003).
2. Metal döküm post korlar restorasyonun altından metal yansıması sonucu estetik problemlere sebep olmaktadır (Morgano ve Brackett, 1999).
3. Döküm postlar zaman içerisinde korozyona uğrar. Korozyon sonucu ortaya çıkan ürünler oral dokular için toksik etki oluşturmaktadır.
4. Döküm postlar aynı uzunluktaki paralel kenarlı prefabrik postlardan daha az tutucudurlar (Morgano ve Brackett, 1999; Morgano ve Milot, 1993).

Döküm post korların, restore edilen dişin kanal morfolojisine özel olarak üretilmeleri sayesinde, tutuculukları çok iyidir. Tutuculuğu artırmak için ilave yöntemlere ihtiyaç duymamaktadır (Aydemir ve Bağlar, 2019). Fiber ve zirkonyum postların tutuculuklarının döküm metal postlar ile karşılaştırıldığı bir laboratuvar çalışmasında, döküm metal postların tutuculuğu fiber ve zirkonyum postlardan daha yüksek bulunmuştur (Türker ve ark., 2015).

Mevcut çalışmamızda; üst birinci keser dişlerin geniş kök morfolojisine sahip olmaları ve kullanılan üst santral keser dişlerin ağır madde kaybına uğramış olmaları nedeniyle, deney gruplarından bir tanesinde döküm metal postların kullanılması uygun görülmüştür. Ayrıca; döküm metal postların yüksek kırılma dayanımlarının, güncel materyallerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Prefabrik postlar

Prefabrik postlar döküm postların üretim aşamasındaki basamakları basitleştirmek ve hızlandırmak, aynı zamanda döküm post korların sahip olduğu dezavantajları gidermek amacıyla uygulanan sistemlerdir (Wilson ve ark., 1997). Prefabrik postlar için geliştirilen birçok sistem ve uygulama şekilleri bulunmaktadır. Her bir sistemin retantif özellikleri, uygulama şekli ve biyomekanik özellikleri farklıdır. Mevcut klinik durum değerlendirilerek kullanılacak sistemin veya materyalin seçimi her bir olgu için bireysel olarak yapılmalıdır (Baba ve ark., 2009).

Prefabrik post sistemlerinde, her bir kanal geometrisine uygun preparasyon frezleri ve post materyalleri bulunmaktadır. Post boşluğunun uygun olan frezlerle preparasyonunun ardından aynı seansta post materyali kanal içerisine simante edilir. Kor yapı aynı seans içerisinde ağız içerisinde oluşturulabilir. Prefabrik post sistemleri metal ve metal olmayan olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır (Akkayan ve Caniklioğlu, 1997).

Metal prefabrik postlar

Metal prefabrik postlar çoğunlukla paslanmaz çelik, nikel krom, krom kobalt gibi kıymetsiz metal alaşımlarından üretilmektedir. Uygulanacak post çeşidine uygun boyutlarda frezler ile kök kanalı şekillendirilir. Preparasyonu tamamlanan boşluğa post materyali pasif olarak yerleşmektedir. Tutuculuğu sağlamak için siman kullanılır. Aynı seans içerisinde kompozit veya amalgam kor uygulanır (Smith ve ark., 1998). Klinik kullanımı döküm metal postlara kıyasla çok daha pratik ve yaygın olmasına karşın bazı dezavantajları bulunmaktadır;

- Korozyona uğrayabilirler ve korozyon ürünleri dişeti bölgesinde renk değişikliğine neden olabilir.

- Servikal bölgede üzerindeki kron materyalinin kalınlığı bu bölgede az olduğundan metalik renk yansıması görülebilir.
- Işığın geçişine izin vermeyen optik özellikleri, dental estetiğin sağlanmasında yetersizdir.
- Üzerinde aktif yivlerin bulunduğu metal prefabrik post çeşitleri, oluşturdukları stresten dolayı kök dentininde kırık ve çatlak oluşumuna sebep olabilir.
- Yüksek elastik modül değerleri nedeni ile kalan diş dokusunda kırık oluşturabilirler (Fernandes ve Dessai, 2001; Fernandes ve ark., 2003; Hochman ve Zalkind, 1999)

Metal Olmayan Prefabrike Postlar

Metal olmayan postlar metallerin ışığı geçirememesinden kaynaklanan estetik problemleri giderir. Metal postların korozyon uğramaları sonucu oluşan renklenme ve toksik etki azaltılır (Tuğut ve ark., 2011).

Metal olmayan prefabrike postlar üç başlıkta incelenir;

1. Fiber Postlar

- a. Karbon fiber postlar,
- b. Kuartz fiber postlar,
- c. Cam fiber postlar,
- d. Polietilen fiber postlar (Ferrari ve Scotti, 2002).

2. Seramik Postlar

- a. Cam seramikler,
- b. Alüminyum oksit ile güçlendirilmiş seramik postlar,
- c. Zirkonyum esaslı postlar (Bateman ve ark., 2003).

3. Peek postlar (Aydemir ve Bağlar, 2019).

2.3.4.2. Fiber postlar

Bu postlar, epoksi rezin içerikli polimer bir matrisin içine gömülmüş fiber yapılarından oluşmaktadır. Farklı özellik ve formdaki bu fiberlerin varlığı katıldığı yapının mekanik ve fiziksel özelliklerini geliştirmektedir. Fiber yapılı post sistemlerinin en avantajları özelliklerinden biri dentin yapısına yakın elastik modül değerlerine sahip olmasıdır (Naumann ve ark., 2005).

Diş hekimliği alanında kullanılan farklı yapıdaki fiberler;

- Karbon fiber,
- Aramid fiber,
- Polietilen fiber ve
- Cam fiber.

Farklı formdaki fiberler ise;

- Örgü fiber,
- Sarmal/Parçalı fiber ve
- Uzunlamasına/Tek yönlü fiber (Dede, 2022; Ghavamnasiri ve ark., 2011).

Kanal tedavili dişlerde kalan diş dokusunu desteklemek için fiber postlar, elastiklik modülü fiber ve dentine yakın olan kompozit rezin siman (6,8-10,8 GPa) ve kor (5,7-25 GPa) yapıyla birlikte kullanılırlar. Sistemin tüm bileşenlerinin elastik modül değerlerinin birbirine yakın olması kırılmaya karşı hassas bölgesel bir alan oluşumunu engellemektedir (Ghavamnasiri ve ark., 2011). Ayrıca, yeni jenerasyon dentin bonding ajanların fiber post sistemleri üzerinde gösterdiği yüksek bağlanma kuvveti, oluşan restoratif yapının kırılmaya direncini artırmaktadır (Bouillaguet ve ark., 2003).

Fiber postlar, dentine benzer elastiklik mod  lleri sayesinde   zerlerinde bulunan restorasyonun kırılma direncini artırmaktadır. Okl  zal stresleri doğrudan olarak di e iletmezler. Fiber postlarda aktif yivler yerine pasif retansiyon olukları vardır. Kompozit ve tam seramik restorasyonlar ile kullanımları uygundur. Estetikler ve g  ncel adezivler ile kimyasal olarak uyumludurlar. K  k kanalından uzakla tırılmaları gerektiğinde s  k  m için uygun olan   zel frezleri sayesinde işlem   ok daha pratik ve konservatif olarak ger  ekle ebilmektedir (Sadek ve ark., 2006; Toksavul ve ark., 2005).

a. Karbon fiber postlar

Di  hekimliğinde metal olmayan post kullanımı ilk olarak karbon fiber postlar ile ba lamı tır. 1922 yılında kullanılmaya ba lanmı tır.  eriği; epoksi matriks içerisinde g  m  m    karbon fiberlerden oluşmaktadır. Bu fiberler, 8  m boyutunda ve matriks içerisinde birbirlerine paralel olacak şekilde yerleşimlidir (Aydemir ve Bağlar, 2019; Fredriksson ve ark., 1998). Elastik mod  l, kırılma dayanımı, stres dağılımı benzeri mekanik ve fiziksel özellikleri post kor uygulamaları için uygun olmasına rağmen en b  y  k dezavantajları orijinal renklerinin siyah olmasıdır (Mannocci ve ark., 2001).

b. Kuartz fiber postlar

Karbon fiber postların radyolusent ve koyu olu undan kaynaklanan yetersiz estetik özellikleri, kuartz fiber postların üretilmesiyle iyile tirilmi tir. Ferrari ve ark., karbon fiber post olan Composipost ile kuartz fiber post sistemleri olan Aestheti post ve Aestheti Plus postu bir ila altı yıl arasında değişen klinik kullanım s  resinde mekanik özelliklerini kar ıla tırmı lar ve karbon ve kuartz fiber post grupları arasında anlamlı bir farklılık bildirmemişlerdir (Ferrari ve ark., 2000). Diğer fiber post sistemleri arasında ışık geçirgenliği ve estetik özellikleri en y  ksek seviyede olan kuartz postlar, mekanik

özellikleri hakkında yapılan çalışmalarda da %98 oranında başarılı bulunmuşlardır (Malferrari ve ark., 2003).

c. Cam fiber postlar

Cam fiberle güçlendirilmiş post sistemleri, uygun elastik modül değeri gösteren rezin matriks içerisinde dayanıklılığı artırmak amacıyla matriks içerisine eklenen cam fiberlerden meydana gelmektedir (Goldberg ve Burstone, 1992). Cam fiber yapıları içerik olarak; silika bazlı, SiO_2 ve diğer formülasyon camlarının çok ince filamentler şeklinde üretilmiş halidir (Özüdoğru, 2020; Türkeş ve ark., 2018). Cam yapıdaki fiberler birçok farklı formda üretilebilir. Bunlar; elektriksel cam (E-cam), güçlendirilmiş cam (S-cam), zirkonya destekli cam, baryum borosilikat cam, kurşun potasyum sodyum silikat cam, alumino silikat camlardır. Diş hekimliğinde sıklıkla E-cam fiberler kullanılmaktadır. Yapısında; % 55 SiO_2 , % 22 CaO , % 15 Al_2O_3 , % 6 B_2O_3 ve az miktarda metal oksitler bulunur. Elektriksel camın özellikleri; düşük maliyet, yüksek dayanım ve yüksek bükülme direnci, yüksek ısı direnci ve neme düşük hassasiyet göstermesidir (Murphy, 1998; Yokoyama ve ark., 2012).

Cam fiberlerin bükülme dayanımı 420 ile 1250 MPa arasındadır. Yapılan bir çalışmada, yoğunluğu artırılmış cam fiberler ile metal ilavesiyle güçlendirilmiş akrilik reçinelerin darbeye karşı dayanıklılığı karşılaştırılmıştır. Fiber takviyesinin cam fiberlerin darbe dayanımını anlamlı derecede artırdığı bildirildi (Türkeş ve ark., 2018). En önemli ve klinik uygulamalarda dikkat edilmesi gereken dezavantajı ise nemli ortamdan kolay etkilenmeleri ve buna bağlı olarak dayanıklılıklarının azalmasıdır (Ferrari ve Scotti, 2002; Purton ve Payne, 1996).

Günümüzde Saremco (Saremco Dental), EnaPost (Micerium), RelyX Post (3M ESPE), Ghimas White (Ghimas), EasyPost (Dentsply), Cytac Blanco (Hahnenkratt), FRC

Postec Plus (Ivoclar-Vivadent), Luscent Anchors (Dentatus) ve Fiber Master (NTI) gibi farklı firmalara ait birçok cam fiberle güçlendirilmiş kompozit postlar mevcuttur. Çalışmamızda kullandığımız cam fiber post sistemi; White post DC No:2'dir. Bu post sistemine ait spesifik özellikler:

- Şeffaf özellik gösterir. Estetik bölge uygulamalarında alt yapıdan kaynaklanan renklenme problemi bu post sisteminde görülmez.
- Radyopak özellik gösterir. Bu sayede, simantasyon öncesi ve sonrası kanal içindeki pozisyonunu değerlendirilebilir.
- Elastik modül değeri dentine yakındır.
- Çift taper dizaynı sayesinde kök kanalına iyi adaptasyon gösterir.
- Kanal hazırlığını kolaylaştıran kendi post sistemine özel dirillere sahiptir.

d. Polietilen fiber postlar

İlk kez 1988 yılında, Braden ve ark. tarafından kullanımı önerilmiştir. Polietilen fiber örgü şerit olarak da adlandırılır (Braden ve ark., 1988). Diş dokularına benzer rengi, sertlik derecesinin düşük ve yüksek yorgunluk direncine sahip olması gibi nedenlerle üstün özelliklere sahip bir materyal olarak bilinmektedir. Ayrıca kırılma olmaması, erimeye karşı dirençli, hidrofobik ve biyouyumlu olması son yıllarda tercih edilen fiberler arasına girmesini sağlamıştır. Diş hekimliğinde kullanılan polietilen fiberle istenilen başarının sağlanamamasının en önemli nedeni adezyondur. Rezin ile fiberin adezyon probleminin sebebi olarak da fiberin düşük yüzey enerjisine sahip olması ve fiberde kimyasal bağlanma yüzeylerinin eksik olması gösterilmektedir (Shetty ve ark., 2005).

Fiberle güçlendirilmiş kompozit postların avantajları

1. Işığ yansıtan yapıları sayesinde doğal bir görünüm sağlarlar ve tam porselen kuronlar ile birlikte estetik özellikleri iyileştirilmiş restorasyonların üretimini mümkün hale getirmektedir.
2. Diş dokularına yakın elastik modül değeri bulunmaktadır.
3. Fiberle güçlendirilmiş postların düşük bükülme modülü dentine yakındır ve bu durum kök kırılması riskini azaltır. Kök kırılması olmadan yüksek başarı oranı sergilerler,
4. Kullanımları pratiktir
5. Metal içermedikleri için korozyon ve periodontal dokularda toksik etki oluşturmazlar.
6. Kanaldan uzaklaştırılmaları kolay ve konservatiftir.
7. Fiberle güçlendirilmiş postlar, birçok rezin simanla ve rezin esaslı kompozit kor materyalleri ile kimyasal bağlantı oluşturarak tek parça sistem oluşturur (Bateman ve ark., 2003; Qualtrough ve Mannocci, 2003).

Fiberle güçlendirilmiş kompozit postların dezavantajları ve kontrendikasyonları

1. Fiberler su absorbe ederek boyutsal değişikliğe uğrarlar,
2. Maliyetleri metal postlara göre yüksektir,
3. Radyoopasiteleri markalar arasında değişkenlik gösterir (Bateman ve ark., 2003; Qualtrough ve Mannocci, 2003).
4. Döküm post yapılması gereken aşırı geniş, düzensiz ve eğri kanallarda tercih edilmezler (Freedman, 2001).

2.3.4.3.Seramik postlar

a. Alüminyum oksitle güçlendirilmiş seramik postlar

Bu sistemde öncelikle toz ve likit yapısına ait bileşenler alümina çekirdeği oluşturmak üzere birleştirilir. Toz yapısında in-ceram alümina tozu likit yapısında ise deiyonize su bulunmaktadır. Oluşturulan alümina çekirdekleri dayanıklı bir yapı oluşturmak, seramikte oluşan mikro çatlakların ilerleyişini durdurmak amacıyla yüksek ısıda sinterlenir. Mekanik ve fiziksel özellikleri yapıya eklenen lantan alüminyum silikat taneleri ile geliştirilir. 1991 yılında uygulanmaya başlanan Al_2O_3 seramik post kor sistemleri zaman alıcı ve teknik olarak zor üretim aşamaları sebebiyle günümüzde kullanılmamaktadır (Gracis ve ark., 2015).

b. Zirkonyum oksit esaslı seramik postlar

Zirkonyum diş hekimliğinde kullanım alanları oldukça geniş olan popüler bir materyaldir. Zirkonyumun dental post olarak kullanımı; TZP ile birlikte % 3 mol Y_2O_3 (yitriyum oksit) içerir. Posta sertlik ve düzgün bir yüzey sağlayan ortalama 0.4 μm partikül boyutu ve porozite içermeyen yapısıyla yüksek kalitede seramik materyali olarak tanımlanmaktadır (Baba ve ark., 2009). Dayanıklılık, biyouyumluluk, korozyona direnç ve doğal dişlerin rengine uygun estetik özellikleri zirkonyumun üstün özelliklerindendir. Zirkonyumun kırılma dayanımının metal alaşımlar kadar yüksek olması, zirkonyum postların klinik kullanım açısından uygun olduğunu düşündürmüştür (Özkurt ve ark., 2010; Stawarczyk ve ark., 2017).

Zirkonyum postların dentin yapısı ve kor materyallerine bağlantısının düşük olduğu bildirilmiştir (Koutayas ve Kern, 1999). Yüzeye hidroflorik asit uygulamanın veya post üzerine direkt silan uygulamanın bağlantıyı artırmadığı bildirilmiştir. Zirkon esaslı post sistemlerine silan uygulaması, kumlama sonrası yapılması en yüksek bağlantı

dayanımını elde etmek için gerekli prosedür olarak tanımlanmaktadır (Koutayas ve Kern, 1999). O'Keefe ve ark. yapmış oldukları bir çalışmada, Panavia 21 (Kuraray J. Morita, Tustin, California) ile zirkonyum postlar arasında en yüksek kimyasal bağlantı elde edildiğini açıklamışlardır (O'Keefe ve ark., 2000). Zirkonyum post prefabrik veya kişiye özel olarak hazırlanabilir (Xible ve ark., 2006). Prefabrike zirkonyum postlar için kor yapısı kompozit rezinler veya preslenmiş seramikler kullanılarak hazırlanmaktadır. Prefabrike zirkonyum post uygulamasında en sık karşılaşılan sorun, kor ile postun birbirinden ayrılmasıdır (Al-Thobity, 2016). Kişiye özel olarak hazırlanan zirkonyum postların üretim tekniği ise; prepare edilen kanal ve kalan dış dokusunun ölçüsü rezin patern veya plastik çubukların üzerine yerleştirilen oda ısısındaki mum ile post yuvasının ölçüsü elde edilmektedir. Bu ölçü üzerinden direkt veya indirekt elde edilen model taranır. Cad/Cam ile Y-TZP bloklardan frezelenerek üretim gerçekleştirilir. Bu teknikle daha yüksek dayanıklılık, kanala maksimum adaptasyon ve yeterli estetik sağlanmıştır (Streacker ve Geissberger, 2007). Zirkonyum postların yüksek elastisite modülü (200 Mpa) nedeniyle katastrofik kök kırıklarına sebep olabileceği ve kök kanalından çıkarılmasının zor olduğu bildirilmiştir (Bitter ve ark., 2006; Özkurt ve ark., 2010).

2.3.4.4. Peek postlar

Yüksek performanslı polimer ailesinden olan peek materyali son zamanlarda diş hekimliğinde yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Mükemmel fiziksel özellikleri olan bu polimer, başlangıçta diğer materyaller ile kombine edilerek kullanılmaya başlanmıştır. Fakat, üstün fiziksel ve mekanik özellikleri sayesinde tek başına kullanım alanları her geçen gün artmaktadır (Rahmitasari ve ark., 2017).

Post materyalleri için elastik modül değeri kuvvet dağılımı açısından oldukça önemlidir. Dentin dokusuna bağlanarak kor yapıdan gelen kuvvetleri kök üzerine dengeli

bir biçimde dağıtabilmek, post kor restorasyonların klinik başarısını büyük ölçüde artırmaktadır. Fakat elastik modül değeri dentin dokusundan daha yüksek bir materyal kullanıldığında post ve diş arasında stres alanları oluşur. Diş kökü oluşan kuvvetleri tolere edemeyebilir. Bu durumda, post ile kök kanalı arasındaki bağlantının bozulması, onarılabilir veya onarılamaz tipte kök kırıklarını meydana getirebilir. Dolayısıyla diş ve diş çevresi dokular ile kullanılacak olan restoratif materyal arasında biyomekanik uyum olması gerekmektedir (Rahmitasari ve ark., 2017; Santos-Filho ve ark., 2014). Literatürde elastisite modülü dentine yakın olan post materyali ile restore edilen endodontik tedavili dişlerde, kök kırığı riskinin daha az olduğu gösterilmiştir (Rosentritt ve ark., 2000). Peek elastik modül değeri (51 GPa) dentin dokusuna (297 MPa) yakınlığı en fazla olan materyaldir (Skirbutis ve ark., 2017). Aynı zamanda gerilim özellikleri ve şok absorpsiyon yeteneği bir post materyali olarak oldukça elverişlidir (Schwitalla ve ark., 2016).

Peek postlar çeşitli Cad-Cam teknikleri ile üretilebilir. Kazıma veya üç boyutlu baskı gibi yöntemler kullanılarak kişisel veya prefabrik olarak üretilebilir (Benli ve ark., 2020; Najeeb ve ark., 2015). Bu yöntemler de kendi içinde karşılaştırıldığında ‘melting-blending’ yönteminin diğer yöntemlerde olduğu gibi üretim sırasında kırıklar oluşturmadığı ve daha yüksek bir elastikiyet sağladığı çalışmalarda mevcuttur (Stawarczyk ve ark., 2015).

Peek, kimyasal ve biyolojik olarak inerttir. İnert yapısı kanal içinde stabil bir şekilde kalmasını ve restorasyonun uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır (Nieminen ve ark., 2008). Metalik bir rengi yoktur. Metal postlarda restorasyonun altından ya da servikal kök sahasından gingival dokulara yansıyan metalik renk peek materyalinde bulunmamaktadır (Zeighami ve ark., 2017). Peek materyalinin en önemli avantajlarından

biri de kompozit rezinlerle yeterli düzeyde bir bağlantı sağlayabilmesidir. Bu durum seramik postlarda görülen post ve kor yapı arasındaki bağlantı problemlerinin peek postlar için ortadan kaldırıldığını göstermektedir. Ancak peek ve kompozit rezin bağlantısının, peek yüzeyine daha önceden uygulanan yüzey işlemlerinden sonra sağlanması gerekmektedir. Optimum bağlantı dayanımı için, yüzey işlemleri sonrasında bağlayıcı ajan kullanımı önerilmektedir (Benli ve ark., 2020). Ayrıca, peek materyalinin ışıklara dayanımı iyidir. Post materyali açısından simantasyon sürecinde ışıkla sertleşen materyallerin kullanımı ve periapikal kontrol filmlerinin alınması sırasında maruz kalacağı x ışınlarına karşı dirençli olması önemli bir özelliktir. Ayrıca bu özellik çekirdek yapısına herhangi bir zarar verilmeden, radyasyonla sterilize edilmesine, UV (ultraviyole) ışınları ile yüzey modifikasyon işlemlerine olanak sağlamaktadır (Qin ve ark., 2021).

Peek materyali birçok materyal ile modifiye edilebilmektedir. Örneğin saf peek materyaline TiO_2 , hidroksiapatit, karbon fiber, cam fiber, baryum sülfat gibi materyaller eklenerek çeşitli özellikler geliştirilebilir. Fiziksel, mekanik, radyolojik ve antibakteriyel özellikler bu amaçla değerlendirilebilir. Elastisite modülü bir miktar artırılarak kortikal kemiğe yaklaştırılabilir, baryum sülfat eklenerek radyoopasitesi artırılabilir. Çalışmalar hidroksiflorapatit eklenen peek kompozisyonunun *S. mutans* bakterisine karşı antibakteriyel özellik gösterdiği belirtilmiştir (Najeeb ve ark., 2015). Peek materyali polimer olmasına rağmen polimerizasyon büzülmesi göstermez; bu durum kanal içi uyumun devamlılığı açısından avantaj sağlar (Caglar ve ark., 2019). Yüzey enerjisi düşük, hidrofobik yüzeye sahiptir. Fakat bu özelliği, postun simanla ıslanabilirliğini zorlaştıracaktır. Peek'in düşük yüzey enerjisine sahip olması ve farklı kimyasal işlemlerle yüzey modifikasyonuna direnç göstermesi nedeniyle kompozit rezin malzemeleri ile peek yüzeyleri arasında yeterli bağ kuvveti sağlanmak zorlaşmaktadır. Peek post materyalinin bağlanma dayanımının artırılması için post yüzeyine; asitleme, kumlama gibi yüzey

modifikasyon işlemleri yapılmasına gereksinim duyulmaktadır (Benli ve ark., 2020; Komada ve ark., 2006). Peek opak bir maddedir. Bu nedenle ışıkla sertleşen simanlarla kullanıldığında yetersiz polimerizasyona sebep olabilir. Bu nedenle hem kimyasal olarak hem ılık ile sertleşen simanlarla simantasyon işlemi önerilmektedir (Bodden ve ark., 2017; Zeighami ve ark., 2017).

Peek'in tüm bu özellikleri, alternatif post-kor materyali olabileceği konusunda araştırmacıları materyal ile ilgili çeşitli çalışmalar yapmaya yöneltmiştir. Benli ve ark. yapmış oldukları çalışmada; döküm metal, fiber ve peek postları kullanmış, peek postların yüzey işlemlerinden sonra anterior bölgede yeterli mekanik özelliklerde ve estetik bir post seçeneği olabileceğini bildirmişlerdir (Benli ve ark., 2020). Benzer bir şekilde postların bağlanma dayanımının karşılaştırıldığı bir çalışmada, Güven ve ark. pekk (polieterketerketon) postların prefabrik kişiye özel tipini prefabrik fiber postlar ile karşılaştırmıştır (Güven ve ark., 2020). Her üç post materyali içinde yeterli düzeyde olan bağlanma kuvvetleri kişiye özel üretilmiş olan pekk postlar için en yüksek değerdedir. Özarslan ve diğerleri peek, zirkonyum oksit ve cam fiber post-korları karşılaştırmışlardır. Üç çeşit postun kırılma dayanımlarının incelendiği çalışmada, peek postlarda oluşan kırıkların onarılabilir tipte olduklarını rapor etmişlerdir (Sabancı ve ark., 2022). Ayrıca, yapılan çalışmada peek postların cam fiber ve zirkonyum oksit postlarda olduğu gibi anterior bölgedeki maksimum kuvvetlere yeterli kırılma dayanımı gösterdiği bildirilmiştir (Caballé-Serrano ve ark., 2019).

Chan-Hong Song ve ark., çeşitli yüzey işlemleri uygulamış oldukları pekk postlar ve fiber postları bağlanma dayanımlarını değerlendirmişlerdir. En yüksek bağlanma dayanımını silika kaplanmış ve silan uygulanmış pekk postların gösterdiğini ifade etmişlerdir. Yüzey işlemi uygulanmış pekk postlar fiber postlara alternatif olabilecek

bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini vurgulamışlardır (Song ve ark., 2018). Literatürde peek postların bağlanma dayanımlarını inceleyen çalışmalarda benzer sonuçlar görülmektedir. Fakat bir post materyali olarak peek kullanımı için bağlanma dayanımının yanı sıra kırılma dayanımı, elastik modül ve üst yapı ile uyumu gibi birçok parametre göz önünde bulundurulmalıdır.

2.4. Post kor restorasyonların simantasyonu

Post kor restorasyonların simantasyonunda, siman materyalinin vakaya uygun seçilmesi sızıntıyı önlemek, tutuculuğu ve direnci sağlamak için önemlidir (Yeğin ve ark., 2016). İdeal bir simantasyon sağlanabilmesi için kullanılan simanın sahip olması gereken bazı özellikler vardır:

- Toksik olmamalı, periapikal ve çevre dokuları olumsuz etkilememeli,
- Ağız içi ortamda çözünürlük göstermemeli,
- Sertleştikten sonra yeterli mekanik direnç gösterebilmeli,
- Sıkıştırma ve çekme kuvvetlerine yeterli direnç gösterebilmeli,
- Mine, dentin gibi dental dokular ile restoratif materyallere yüksek adezyon göstermeli,
- Vakaya uygun renk seçimi mümkün olmalı
- Uygun film tabakası ve viskoziteye sahip olmalı,
- Yeterli çalışma süresi olmalıdır (Diaz-Arnold ve ark., 1999).

Simanlar adeziv ve adeziv olmayan simanlar olmak üzere ikiye ayrılır Adeziv olmayan simanlar; çinko fosfat, polikarboksilat ve cam iyonomer simanlardır. Geleneksel simanlar olarak da adlandırılan bu simanlar dental dokular ve protetik restorasyonlara kimyasal bir adezyon göstermezler. Geleneksel simanlar sadece mekanik bir tutuculuk sağlarlar. Adeziv simanlar rezin simanlar ve rezin modifiye cam iyonomer simanlar

olarak sınıflandırılabilirler (Morgano ve Brackett, 1999). Rezin simanın tutuculuğu mine ve dentin dokusunun asit ile pürüzlendirilmesinin ardından adezyon materyalinin yüzeye uygulanmasıyla artırılır. Adeziv içinde bulunan monomer yapıların asit ile aşındırılmış diş yüzeyinde oluşan boşluk alanlara nüfuz etmesi ile oluşan ara tabaka hibrit tabaka olarak adlandırılmaktadır. 2-5 µ kalınlığında oluşan hibrit tabaka mikro mekanik tutuculuğu artırmaktadır (Swift ve ark., 2006; Vichi ve ark., 2001). Silan bağlama ajanı olarak adlandırılan adeziv materyal iki mekanizma ile bağlantıyı güçlendirmektedir. İlk olarak, silan bağlayıcı ajan rezin simanın fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmektedir. İkincil olarak ise; hibrit tabaka ile rezin ara yüzeyi boyunca suyun geçişini önleyerek hidrolitik bir tıkama sağlar, rezinin çözünürlüğü ile su emilimini azaltır (Phillips, 2013).

Literatürde daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde, adeziv olarak simante edilen postların, geleneksel simanlarla simante edilenlere göre kırılma dayanıklılığının daha iyi olduğu görülmüştür. Çalışmamızda kullandığımız post gruplarından bir tanesi olan fiber postlar, adeziv sistemle simante edilmelidir. Fiber postların en önemli dezavantajı su emilimi göstermesidir. Dolayısıyla, fiber postların üç nokta bükme testi direnci su emilimine bağlı olarak düşmektedir. Dental simanların su absorpsiyonu ile sıkışma direnci, elastik modülü ve bağlantı kalitesi etkilenmektedir. Bu durum adeziv simanların kullanılması ile engellenmeye çalışılır (Morgano ve Brackett, 1999).

Kimyasal olarak inert yapısı ve düşük yüzey enerjisinden dolayı peek postların simantasyon öncesinde Al₂O₃ partikülleri yüzey işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Uygun yüzey işlemleri sonrasında peek postların dentin ve rezin siman arayüzüne bağlantısı yeterli olmaktadır (Guo ve ark., 2020).

Metal, cam fiber ve peek postların kullanıldığı mevcut çalışmada 7. Jenerasyon adeziv rezin bir siman materyali kullanılmıştır. (FGM, Allcem dual, Kaliforniya, ABD) Resin uygulamasından önce dentin yüzeyi adeziv bonding materyal ile hazırlanmıştır. (FGM, universal bond, Kaliforniya, ABD) Dentin yüzeyine uygulanan adeziv bonding materyalinin genel özellikleri;

- Nemli ve demineralize dentin yüzeyine yüksek afinite sağlamaktadır.
- Demineralize edici ajanın yeterli şekilde nüfuz etmesine ve hibrit tabakanın iyi bir şekilde oluşumuna katkıda bulunan dengeli çözücüler ve monomerler içermektedir.
- Yüksek nemli ortamlarda stabil ve uzun ömürlü hibrit tabaka oluşturmaktadır.
- MDP (metakriloksi dihidrojen fosfat) içeriği sayesinde yüksek bağlantı dayanımı göstermektedir.
- Metaller ve seramikler için yüzey adeziv materyali olarak kullanımı uygundur.



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan adeziv ambar

Çalışmada kullanılan rezin simanın genel özellikleri ise;

- Tam porselen, kıymetli ve kıymetsiz metal alaşımlarının simantasyonu için uygundur.
- Cam fiber, seramik ve metal postların simantasyonunda kullanılabilir.
- Işıklı ve kimyasal olarak polimerizasyon sağlanabilir.
- Farklı materyal yüzeylerinde yüksek bağlanma direnci göstermektedir.
- Whitepost DC post sistemi ve FGM amber ile beraber uygulandığında klinik performansını geliştirilmektedir.



Şekil 2.2. Çalışmada kullanılan rezin siman

2.5. Kor materyalleri

Kor materyalleri, endodontik tedavi görmüş dişlerin kök kanalına yerleştirilen post materyalinin koronal kısmında bulunmaktadır. Direkt ağız içerisinde şekillendirilebilir veya post ile beraber üretimi yapılabilir. Yapılan protetik restorasyon ile post arasında kuvvet iletimi sağlar. Ayrıca protetik restorasyonun stabilizasyonuna

katkı sağlar. En sık kullanılan kor materyalleri; cam iyonomer, kompozit, amalgam, metal alaşımları ve seramiklerdir (Karaçolak ve Türkün, 2015; Karataşlı, 2017).Kor materyallerinin sahip olması gereken bazı özellikler vardır:

Pulpa ve dentini kimyasal ve termal etkilere karşı ve mikro sızıntıya karşı korumalıdır. Bununla birlikte, kor materyalinin uzun dönem etkin bir şekilde kullanılabilmesi, kor materyali-rezidüel dentin ve kor materyali-post arasındaki bağlantının güçlü olmasına bağlıdır (Karataşlı, 2017). Kor materyalinin bir diğer önemli özelliği de sertliğidir. Yapılan bir çalışmada; post-kor ile restore edilen dişlerin kron restorasyonlarının yapılması ile birlikte, korun sertliğinin öneminin azaldığı bildirilmiştir (Karataşlı, 2017).

2.5.2. Prefabrik kor materyalleri

Günümüzde prefabrik postlar ile birlikte kullanımı en sık tercih edilen postlar kompozit ve amalgamdır (Kovarik ve ark., 1992). Kompozit rezinler kalan diş dokularına ve restoratif materyallere yüksek adezyon göstermektedir. İstenilen şekil ve genişlikte uygulanmaları oldukça pratiktir (Cekic-Nagas ve ark., 2008). Kullanılan protetik materyale ve altta kullanılan post materyaline uygun olacak şekilde birçok renk seçeneği mevcuttur. Kompozit korların en önemli dezavantajı rezin içeriklerinden dolayı polimerizasyonun tamamlanmasının ardından meydana gelen büzülmedir (Reagan ve ark., 1999). Tepilebilir tip kompozit materyallerin yüksek doldurucu oranı bu problemin büyük ölçüde azalmasını sağlamıştır. Kor materyali için özel olarak yapılan kompozitler de mevcuttur. Bunlar hem daha rahat uygulanabilme hem de daha fazla miktarlarda polimerize edilebilme özelliklerine sahiptir. Fiziksel özellikleri, geleneksel kompozitlere göre daha iyidir. Amalgam ve kompozit korların ise kırılma dayanımları birbirlerine yakındır ve cam iyonomer simandan daha yüksektir (Gateau ve ark., 1999). Cam

iyonomer simanların, düşük basma ve gerilme dayanımlarından dolayı, düşük kırılma dayanımına sahip olduğu bilinmektedir (Kovarık ve ark., 1992).

2.5.3. Döküm metal korlar

Döküm metal postlarla bütün olarak hazırlanmaktadır Sertlikleri, kullanılan alaşıma göre değişmektedir. Altın döküm korların termal genleşme katsayıları, diş dokusuna yakındır ve korozyona uğramazlar. Kıymetsiz alaşımlardan yapılan korlar altına göre daha serttir, korozyona uğrayabilmektedirler ve mekanik özellikleri dentinden farklıdır (Martínez-González ve ark., 2001).

2.5.4. Seramik korlar

Zirkonya içeren cam seramik kor (Cosmo-Ingot, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ağırlıkça % 58.5 SiO₂, % 15.5 ZrO₂, % 4 P₂O₅, % 8 LiO₂ ve diğer doldurucu malzemelerden oluşmaktadır. Isı ve presleme işlemi ile post yüzeyine uygulanmaktadırlar. Kompozitlere oranla seramik post yüzeyine daha iyi bağlanmaktadırlar. Seramik postlarla beraber tam seramik restorasyonların altında özellikle ön bölgede kullanımları önerilmektedir. Termal genleşme katsayıları, zirkonyum oksit postlarla uyumludur (Toksavul ve ark., 2005).

İndirekt olarak kullanılan cam seramik kor materyali ise (Ceracap, Komet Brasseler) post üzerine rezin siman ile simante edilmektedir (Özkurt ve ark., 2010). Ergun ve ark.'nın farklı kor materyallerinin endodontik tedavili dişlerin kırılma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında, tek parça zirkonya post-kor sistemlerin kompozit rezin ve rezin kor materyallerine göre daha yüksek kırılma dayanımı değerleri gösterdiği, ancak rezin esaslı kor materyallerinin kırık modlarının daha tamir edilebilir seviyede olduğu gözlenmiştir (Ergun ve ark., 2014).

2.6. Post kor ile restore edilmiş dişlerin protetik restorasyonunda kullanılan materyallerinin sınıflandırılması

Protetik diş hekimliği sabit restoratif uygulamalarında, yaygın olarak metal destekli seramik restorasyonlar kullanılmaktadır. Metal destekli seramik restorasyonların olumsuz özellikleri; opak görüntü, yetersiz doku uyumu ve altyapı metali kaynaklı korozyon olarak kısaca sıralanabilir. Tam seramik restorasyonlarda dentin rengi benzeri altyapı kullanılması veya monolitik restorasyonlar daha estetik sonuçların elde edilmesini sağlar. Monolitik estetik restorasyon materyal özelliklerinin geliştirilmesi bu materyallerin endikasyon alanlarını giderek genişletmektedir. Tam seramik restorasyonlar üretim şekillerine göre şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Dökülebilir seramikler,
- Refraktör day üzerinde elde edilen seramikler,
- Cad/Cam seramikler,
- Presleme tekniği ile elde edilen seramikler (Beuer ve ark., 2010; Van Noort, 2012).

Cad/cam seramik materyallerinin sınıflandırılması

- Lösit ile güçlendirilmiş cam seramik
- Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramik
- Feldspatik porselen
- Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat
- Zirkonya esaslı seramikler
- Hibrit seramik
- Rezin nano-seramik Lösit ile Güçlendirilmiş

- Cam Seramikler (Sen ve Tuncelli, 2017).

2.6.1. L s t ile güçlendirilmiş cam seramikler

Cam matriksin hacimce % 45 oranında l s t kristalleri ile güçlendirilmesi sonucunda elde edilen, dayanıklılık ve esneklik kabiliyeti artmış seramik materyalidir. Ayrıca l s t takviyesi bükülme ve kırılma direncinde de artış sağlamaktadır. Yapıya eklenen l s t kristalleri mikro çatlakların oluşumunu ve ilerlemesini engellemektedir (Yamalı ve Bal, 2023).

Yüksek ışık geçirgenliğine sahip olan l s t kristalleri materyalin doğal di  benzeri estetik bir görünüm kazanmasına katkı sağlamaktadır (Conrad ve ark., 2007). Fakat alt yapı renginin maskelenmesi gereken; aşırı renklenmi  kuronlar, metal post-kor uygulamaları veya metal abutment kullanılmış olgularda kullanımı uygun değildir (Sun ve ark., 2013). Pro CAD, Paradigm C ve IPS Empress CAD, Cad/Cam sistemi ile kullanılan l s t ile güçlendirilmiş cam seramiklerdir (Sulaiman ve ark., 1997).

2.6.2. Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler

Cam seramik yapının güçlendirilmesi için doldurucu olarak lityum disilikat ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) kullanılmıştır. L s t ile güçlendirilmiş seramiklerde olduğu gibi lityum disilikat ilavesi porselen yapısının dayanıklılığını, bükülme direncini ve kırılma dayanıklılığını artırmaktadır (Myers ve ark., 1994). Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramiklerin bükülme direnci (360 MPa) diğer cam seramik materyallerine kıyasla oldukça yüksektir. Lityum disilikat seramikler geliştirilerek günümüzde IPS e.max olarak di  hekimliğinde güncel kullanımına ba lanmı tır. Üretim tekniklerine göre IPS e.max Press ve IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY, USA) olarak iki çeşittir. Güncel kullanılan lityum disilikat seramiklerin en önemli avantajlarından birisi araştırmalarla desteklenmiş düşük kırılma oranıdır. Lityum disilikat seramik materyalinin

mekanik direncinin yüksek olması ve estetik beklentileri karşılayabilme potansiyeline sahip olması diş hekimliğinde farklı restoratif endikasyonlar için yeni seçenekler sunmasına olanak sağlamıştır (Fasbinder, 2010).

2.6.3. Feldspatik porselenler

Feldspatik porselenler materyale mükemmel polisajlanma yeteneğinin yanında, asitle pürüzlendirilebilme ve adeziv simantasyon imkânı sağlayan, ince partiküllerden meydana gelmiş cam fazından oluşmaktadır. Materyalin dayanıklılığı polisaj işlemi sonrası artış göstermektedir (Giordano, 2006). 1991 yılında diş hekimlerinin kullanımına sunulan Vitablocks Mark II ve 2007 yılında piyasaya sunulan Cerec Blocs bu porselen tipine örnektir (Fasbinder, 2010).

2.6.4. Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramikler

% 10 oranında zirkonya partikülleri seramik yapıyı çatlaklara karşı güçlendirmek için ilave edilmiştir. Aynı zamanda yüksek translüsentlik ve yeterli renk seçenekleri. Diğer bir deyişle kristalizasyondan sonraki seramik yapı estetik beklentileri yerine getirirken, aynı zamanda gelişmiş mekanik özellikleri de sergileyebilmektedir (Elsaka ve Elnaghy, 2016; Sen ve Us, 2018). Zirkonyum oksit yapısının dayanıklılığı ile lityum disilikatın estetik özelliklerini tek bir materyale kazandırmak amacıyla son yıllarda popülerlik kazanmışlardır (Sannino ve ark., 2014). Cad/Cam sistemi ile birlikte çeşitli restorasyonların üretiminde kullanılabilmektedir. İnley, onley, parsiyel kronlar, ön-arka grup tek diş restorasyonların yapımında kullanılabilir. Bununla birlikte, yapılan bir çalışmada posterior bölgede adeziv olarak simante edilmiş zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat monolitik restorasyonlarda materyale bağlı komplikasyon riskinin oldukça az olduğu bildirilmiştir (Rinke ve ark., 2022).

2.6.5. Zirkonya esaslı seramikler

Konvansiyonel zirkonya yapısına metal oksit ilavesi ile kırılmaya karşı daha dayanıklı bir yapı oluşturulmaktadır. Klinikte en sık tercih edilen zirkonya formu, tetragonal zirkonya yitrium (Y-TZP)' dur. Oda sıcaklığında tetragonal zirkonya elde etmek için zirkonyaya yitrium oksit (Y_2O_3) ilave edilir (Swab, 1991).

Y-TZP, 5-10 MPa/m² kırılma sertliğine ve 900-1400 MPa bükülme dayanıklılığına sahip olan bir materyaldir. Cam seramiklerden 5-10 kat, feldspatik porselenden ise 6 kat daha sert ve dayanıklıdır. Y-TZP, basınç altında monoklinik faza geçmektedir. Tetragonal fazdan monoklinik faza geçen zirkonyanın hacminde artış görülmektedir ve bu durum yapıda bulunan mikro çatlakların ilerleyişini durdurmaktadır (Egilmez ve ark., 2014).

Cad/Cam sisteminde kullanılan bloklar, tamamen sinterlenmiş ve kısmen sinterlenmiş olmak üzere iki tip olarak kullanılmaktadır. Tamamen sinterlenmiş bloklar, tek seferde orijinal boyutlarında restorasyon üretilmesini sağlar ve sinterizasyon büzülmesi olmadığı için restorasyon uyumu oldukça iyidir. Fakat tam sinterize blokların kullanılmasına ait bazı dezavantajlar bulunmaktadır. Tam sinterize edilmiş blokların çok sert olmasından dolayı üretimi sırasında freze cihazında aşınma ve bozulma meydana gelebilmektedir (Luthardt ve ark., 2004). Kısmen sinterize edilmiş bloklar kullanıldığında, final restorasyondan % 25 daha büyük üretim yapılmalıdır. Üretim sonrası tekrar sinterize edilen bloklarda bir miktar görülecek olan büzülmenin kompanse edilmesi amaçlanmaktadır. Fakat bu durumda restorasyonda uyum problemi görülebilmektedir (Luthardt ve ark., 2004).

Estetik özellikleri metal destekli seramik restorasyonlar ile kıyaslandığında daha iyidir. Cam seramikler ile kıyaslandığında ise yetersizdir. Fakat yüksek kırılma direnci,

biyoyumluluğu ve düşük ısı iletkenliği gibi olumlu özellikleri nedeniyle diş hekimliğinde kullanım alanı oldukça geniştir (Ban ve ark., 2008). % 94,4 ZrO₂ ve % 5,4 Y₂O₃ içerikli Katana Zirconia bu materyal tipine örnek olarak verilebilir.

Mevcut çalışmamızda Upcera ST zirkonyum bloklar tercih edilmiştir. Bu blokların tercih edilme sebebi;

- Yüksek fraktür direnci göstermeleri,
- Metal post kullanımı dolayısı ile tam porselen kuronlara kıyasla opasitesinin yüksek olması,
- Günümüzde çok çeşitli klinik durum ve bölgede kullanılabilir olmalarıdır.

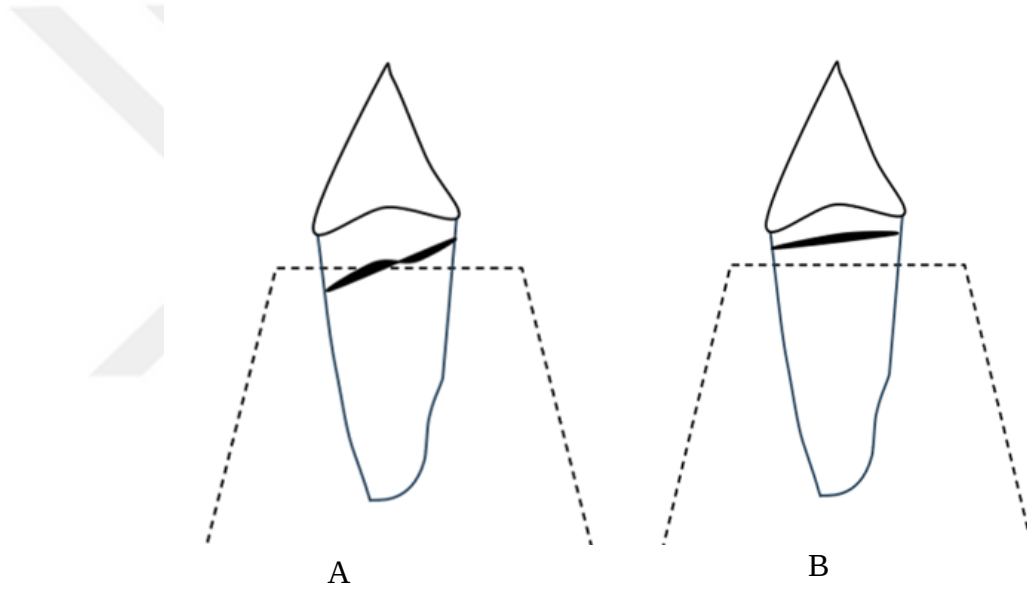
2.6.7. Hibrit seramikler

Seramik ve kompozitlerin olumlu özelliklerini birleştirmek amacıyla üretilen seramik çeşididir. Ağırlık olarak; % 86 oranında seramik ve % 14 oranında polimerden meydana gelmiştir (Streacker ve Geissberger, 2007). Cam seramiklerin kırılgan yapısı polimer ilavesi ile azaltılmıştır. Ayrıca camsı seramikler ile karşılaştırıldığında karşıt dişte meydana gelen aşınma daha az olmaktadır. Elastik modül değeri dentin dokusuna daha yakındır (Raigrodski, 2004). Üretimi tamamlanan materyalin sinterizasyon işlemi görmesi gerekmemektedir. Ayrıca, içeriğinde bulunan polimer yapı sayesinde diş dokularına adezyon göstermektedir (Gracis ve ark., 2015).

2.7. Kırılma dayanım testi

Post kor uygulanmış dişlerde en sık görülen klinik başarısızlık türü desimantasyon veya diş dokularında fraktür bir diğer deyişle kırık oluşumudur. Materyallerin basınç altında gösterecekleri kırılma dayanımları ve kırık tipleri hakkında bilgi sahibi olabilmek için yapılan in vitro testlerden bir tanesi kırılma dayanımı testidir. Kırılma dayanımı testi, model içerisine gömülmüş dişler üzerine fizyolojik basınç bölgesinden dik bir şekilde

dinamik bir kuvvet uygulanması ile yapılabilmektedir (Rosentritt ve ark., 2000). Oluşan kırık hatları onarılabilir veya onarılamaz olarak sınıflandırılmaktadır. Mine-sement sınırının en az 3 mm apikalinde diş yapısında oluşan kırılmalar tamiri mümkün olmayan kırılmalar olarak kabul edilmiş, bu sınırın koronalinde yer alan kırıklar ve post kırılmaları ise tamir edilebilir kırık olarak kabul edilmektedir (Pantaleón ve ark., 2018). Şekil 2.3.'de onarılabilir ve onarılamaz tipte sınıflandırılan kırık çeşitlerinin, çizim üzerindeki görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.3. A) Onarılamaz tipte kırık B) Onarılabilir tipte kırık

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Atatürk üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylandı. (Proses numarası 2021/34) Ayrıca, Atatürk üniversitesi Bilimsel araştırma koordinasyonu birimi tarafından temel araştırma projesi olarak desteklendi. (2021/TSA-2021-9823)

Bu çalışmada kullanılacak diş sayısı Fontana ve ark.(Fontana ve ark., 2019) tarafından yapılan bir çalışmada kullanılan parametreler baz alınarak; G*power yazılımı ile hesaplandı. Fontana ve ark. çalışmasında kullanılan “cast post core” kontrol grubunun ferrulesiz ve 1 mm ferrule sağlanarak gerçekleştirilen kırılma dayanımı testi sonuçlarının 339 ± 153 ve 575 ± 2.4 olduğu durumlar için örneklem büyüklüğü hesaplandı. Bu durumda % 80 güçte % 95 güven düzeyinde her grupta 11 dişin bulunması gerektiği hesaplandı.

Çekilmiş dişlerin standardizasyonunun sağlanması gerekliliği ve ferrule hazırlığı aşamasındaki olası kırılmalar göz önüne alınarak her grup için 15 adet üst birinci kesici santral diş tahsis edildi. Bir büyüteç yardımı ile (x3,5; Q-Optics radiant) olası kırık, çatlak ve morfoloji bozuklukları incelendi. Sağlanan 90 adet insan üst birinci kesici dişin tek ve düz bir kanal morfolojisine sahip olduğu, çürük bulunmadığı, daha önceden endodontik tedavi görmemiş olduğu, internal veya external bir rezorbsiyon gözlenmediği radyolojik ve klinik olarak gözlemlendi.

Tahsis edilen tüm dişer yumuşak doku artıkları ve sert doku artıklarından temizlenip % 0.1’lik timol (Thymol, Supelco, Sigma_Aldrich Chemie GmbH, St. Louis, Missouri, ABD) solüsyonunda 3 ay bekletildi. (Thymol, Supelco, Sigma_Aldrich Chemie GmbH, St. Louis, Missouri, ABD) Gruplar arasında diş boyutu farklılıklarından kaçınmak için dişlerin mezio distal ve vestibulo lingual boyutları dental kumpas (Insize, 1205-2002S, Osso, Norveç) yardımıyla ölçüldü. Verilerin homojen dağıldığı

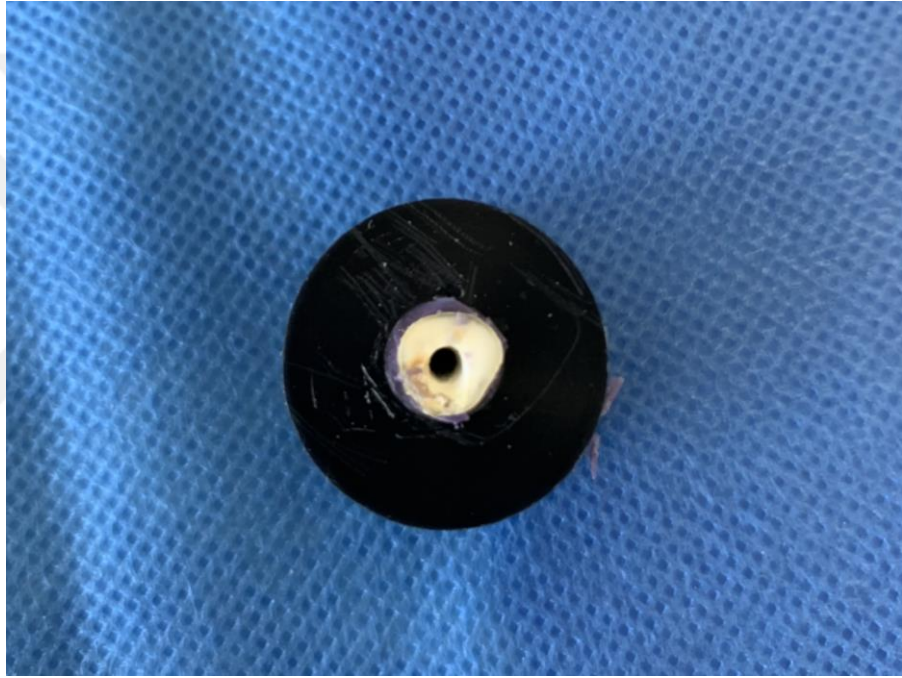
doğrulandı. Ardından 66 adet diş 6 alt gruba randomize olarak dağıtıldı. Grup şeması tablo 3.1. içerisinde gösterildi.

Tablo 3.1. Çalışma dizaynı

Post çeşidi	Ferrule kalınlığı	Grup kodu
Metal	Ferrule preparasyonu yapılmayan	CP-0
Metal	2 mm yükseklik 1 mm kalınlığa sahip ferrule etkisi	CP-1
Fiber	Ferrule preparasyonu yapılmayan	FP-0
Fiber	2 mm yükseklik 1 mm kalınlığa sahip ferrule etkisi	FP-1
Peek	Ferrule preparasyonu yapılmayan	PP-0
Peek	2 mm yükseklik 1 mm kalınlığa sahip ferrule etkisi	PP-1

Periodontal ligamentin bir simülasyonunu oluşturmak amacıyla, delrin (polioksimetilen) model içerisinde kullanılan modelaj mumu 65°C derecede sıvılaştırıldı. Her bir dişin köküne koronal 3 mm aşağıdan başlanılacak şekilde 0.2 mm kalınlığında (ortalama periodontal ligament kalınlığı) mum uygulaması yapıldı. Daha sonra uygulanmış olan diş modeli delrin silindire gömüldü. Delrin model boyutları 20 mm yükseklik ve 25 mm çap olarak şekilde hazırlandı. Hazırlanan delrin model içerisinde gömülü olan dişler çıkarıldı ve kök etrafındaki mum tabakası kazındı. Ardından, yapay

alveol soket içerisine üreticinin talimatları doğrultusunda hazırlanan ölçü materyali (Impregum F, 3M-ESPE, Seefeld, Almanya) yerleştirildi. Diş ölçü materyali uygulanmış alveol soket içerisine yerleştirildi ve fazla ölçü materyalleri uzaklaştırıldı. Periodontal ligamenti taklit edebilmesi amacıyla elastomerik bir ölçü materyali kullanıldı. (Impregum F, 3M-ESPE, Seefeld, Almanya). Hazırlanan örneklerden bir tanesine ait görüntü şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Ölçü materyali ile birlikte delrin modele gömülen örnek diş preparasyonu

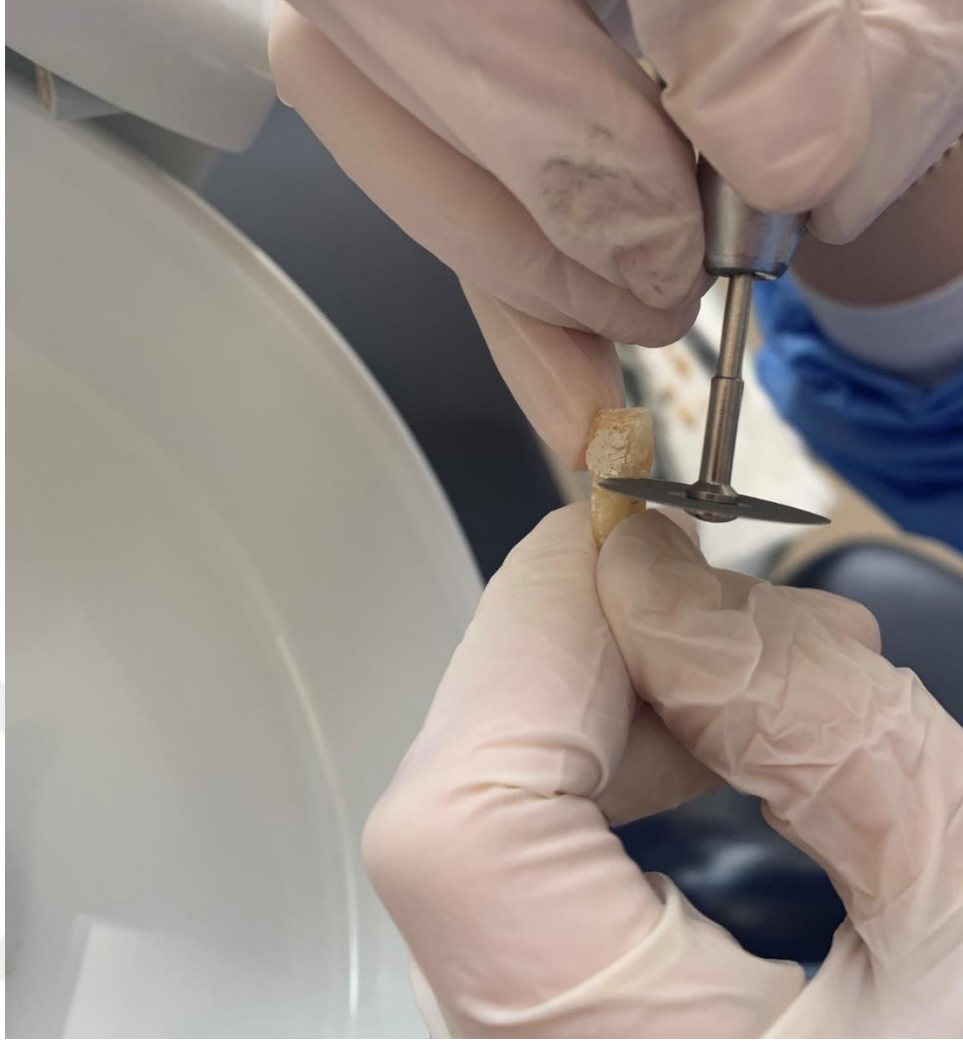
3.2. Endodontik tedavi prosedürü

Çalışmada tek ve düz bir kök kanalına sahip dişler kullanıldı. Standart bir endodontik protokol uygulandı (Goodman ve ark., 1985). Kanallar, protaper el tipi eğeler yardımıyla protaper F3 genişlik boyunca genişletildi. Preparasyon esnasında % 5,25 NaOCl (Sodyum hipoklorit) solüsyonu ve serum fizyolojik ile birlikte devamlı irrigasyon sağlandı. Koronal preparasyon Gates glidden No.3, 4 ve 5 kullanılarak tamamlandı.

(Dentspy-Maillefer, New York, ABD) Final yıkama solüsyonu olarak serum fizyolojik kullanıldı. Daha sonra paper pointler yardımıyla kanalların temiz ve kuru olması sağlandı. Kanal dolumu el tipi protaper kanal eğeleriyle uyumlu olan gütaaperkaların soğuk lateral kondenzasyon tekniği ile kanal içerisinde uygulanmasıyla gerçekleştirildi. Kanal dolumu esnasında muhtemel düzensizliklerin dolumunu gerçekleştirebilmek ve gütaaperkaların arasındaki boşlukların dolumunu sağlamak amacıyla, kanal dolum patı (Sealapex, Kerr, Kanada, ABD) gütaaperka yüzeylerine daldırma suretiyle kanal boşluğuna uygulandı. Kanal dolumunun izolasyonu geçici bir restorasyon materyali kullanılarak sağlandı. (Cavit-G; 3M ESPE, Minesota, ABD). Örnekler 37° C derecede % 100 nemde 1 hafta muhafaza edildi. Kanal dolumu gerçekleştirilmiş üst birinci kesici diş örneği şekil.3.2’de verilmiştir. Kanal tedavisinin ardından dişlerin kuronları yüksek hızlı bir anguldurvaya bağlı elmas separe kullanılarak geride 18 mm kök uzunluğu bırakılacak şekilde uzaklaştırıldı. (Şekil.3.3)



Şekil 3.2. Kanal tedavisi tamamlanmış santral diş görünümü



Şekil 3.3. Kanal tedavisi tamamlanmış santral diş örneğinin kuron kısmının uzaklaştırılması

3.3. Kanal içi post yuvası hazırlığı

Post yuvasının uzunluğu ferrulesiz gruplar için 10 mm, 2 mm ferrule yüksekliği tasarlanan gruplar için 12 mm olarak tasarlandı. FP-0 ve FP-1 grupları için, hazırlık ilk olarak No.4 Largo frezler (Dentsply Maillefer, New York, ABD) tarafından gerçekleştirildi ve Whitepost DC No.2 fiberglass post sisteminin (FGM, Santa Katarina, Brezilya) standart frezleri ile tamamlandı. CP-0 ve CP-1 grupları için post boşluğu No:3, 4 ve 5 Largo burs (Dentsply Maillefer, New York, ABD) kullanılarak hazırlandı. Peek

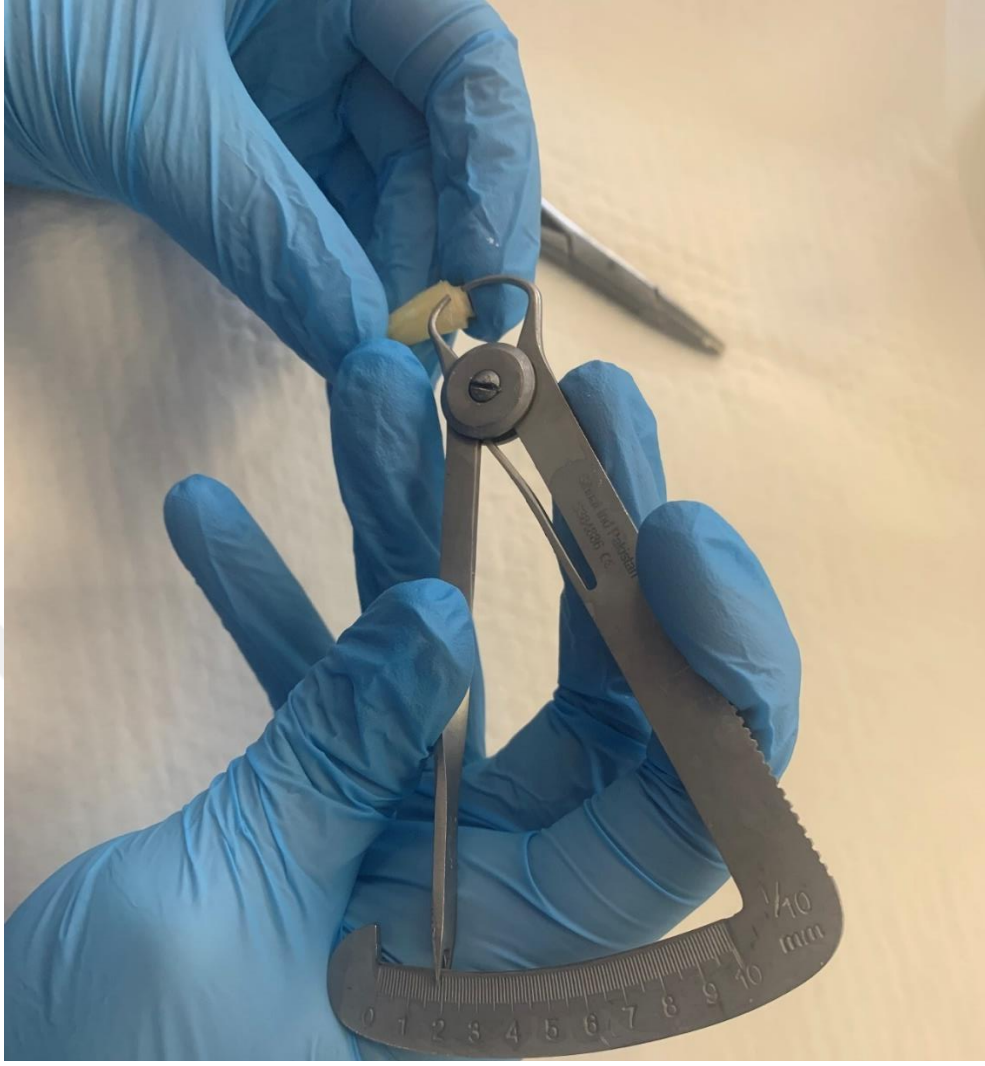
post yuvası hazırlığında ise, fiber post yuvası hazırlığında uygulanan protokol tekrar edildi. Ferrule preparasyonu yapılmayan gruplar için kuron preparasyonu mine sement bileşiminin 3 mm yukarısında düz şekilde sonlandırılmıştır. CP-0, FP-0 ve PP-0 grupları için yapılan diş preparasyonuna ait görüntü şekil 3.4.'de gösterilmiştir.



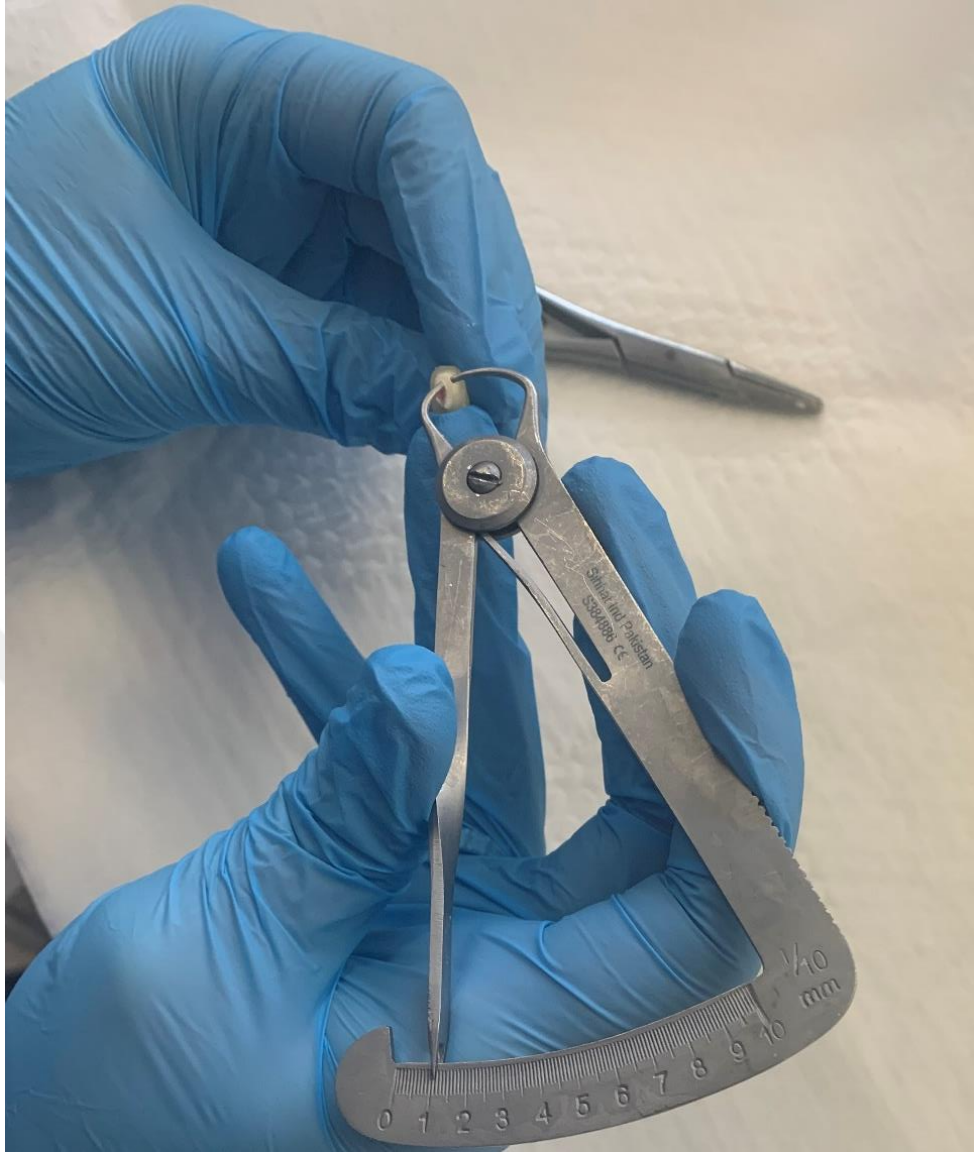
Şekil 3.4. Ferrule preparasyonu yapılmamış santral diş örneği

3.4. Ferrule preparasyonu

Çalışmada 2 mm yükseklikte ve 1 mm genişlikte ferrule preparasyonu ferrule preparasyonu planlanan gruplar için uygulandı. CP-1, PP-1ve FP-1 grupları için ferrule yüksek devirli su soğutmalı (Extra Torque 605C, Kavo, Joinville, Brezilya) mikro motora bağlı elmas frez (No.3216, KG Sorensen, Barueri, Brazil) kullanılarak manuel olarak prepare edildi. (Şekil 3.4, Şekil 3.5)



Şekil 3.5. Üst birinci keser diş örneği üzerinde hazırlanan ferrule preparasyonunun 2 mm yüksekliği



Şekil 3.6. Üst birinci kesici diş örneği üzerinde hazırlanan ferrule preparasyonunun 1 mm kalınlığı

3.5. Post üretimi

Döküm ve peek postlar için, plastik çubuklar (Pinjet Angelus, Londrina, Parana Brezilya) kök kanalı içerisine kimyasal olarak aktive olan akrilik rezin (Bosworth Trim Plus Company, Skokie, IL, ABD) ile kaplanarak kök kanalına adapte edildi. Akrilik rezin kaplı plastik çubuklar, metal post yapılacak gruplar için döküm yapılması amacıyla ticari bir laboratuvara teslim edildi. Fiber postlar için hazır prefabrik fiber postlar kullanıldı.

Peek postların üretimi, kanal içerisinde alinan indirekt ölçünün Cad-Cam (Shining 3D EinScan H 3D Tarayıcı, Leipzig, Almanya) sistemi kullanılarak, dijital tarayıcı ile dijital ortama aktarılması ve Cad-Cam cihazında (VHF K5, Leipzig, Almanya) hazır prefabrike bloklardan (Whitepeaks, dental solutions, Monticello, Almanya) freze edilmesi ile gerçekleştirildi. (Şekil 3.7., Şekil 3.10.) Tasarlanan peek postun Cad-Cam cihazındaki ekran görüntüsü şekil içerisinde verildi. (Şekil 3.8., Şekil 3.9.) Çalışmada kullanılan post çeşitlerinin içerikleri ve üretici bilgileri Tablo 3.2.'de verilmiştir. Üretimi tamamlanan tüm post grupları şekil içerisinde gösterildi. (Şekil 3.11., Şekil 3.12., Şekil 3.13. ve Şekil 3.14.)

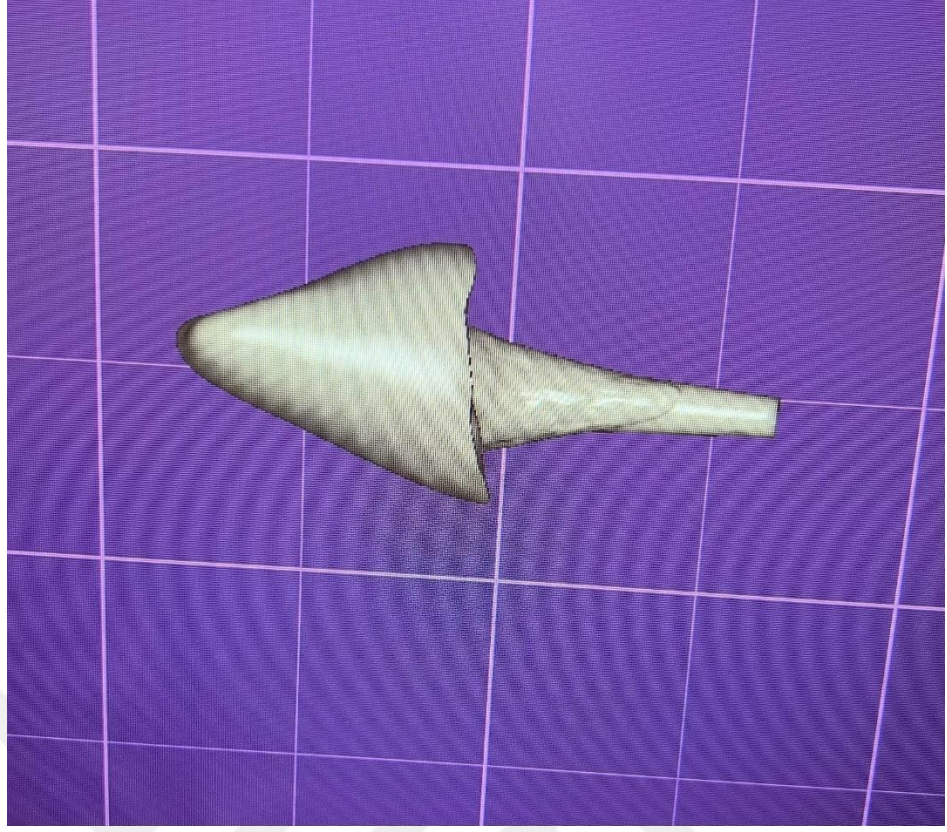


Tablo 3.2. Post materyallerinin üretim metodu ve içerikleri

Grup numarası	Üretim metodu	Post içeriği
CP-0	Kayıp mum tekniği	Ni-Cr alaşım,Ramanium CS; Dentaurum, Pforzheim, Almanya
CP-1	Kayıp mum tekniği	Ni-Cr alaşım,Ramanium CS; Dentaurum, Pforzheim, Almanya
FP-0	Prefabrik	White post DC No:2 FGM, Kaliforniya, ABD
FP-1	Prefabrik	White post DC No:2 FGM, Kaliforniya, ABD
PP-0	Freze Cad-Cam sistemi	CopraPeek Light PEEK- Blank Art.Nr.E0198201White Peaks Dental, Almanya
PP-1	Freze Cad-Cam sistemi	CopraPeek Light PEEK- Blank Art.Nr.E0198201White Peaks Dental, Almanya



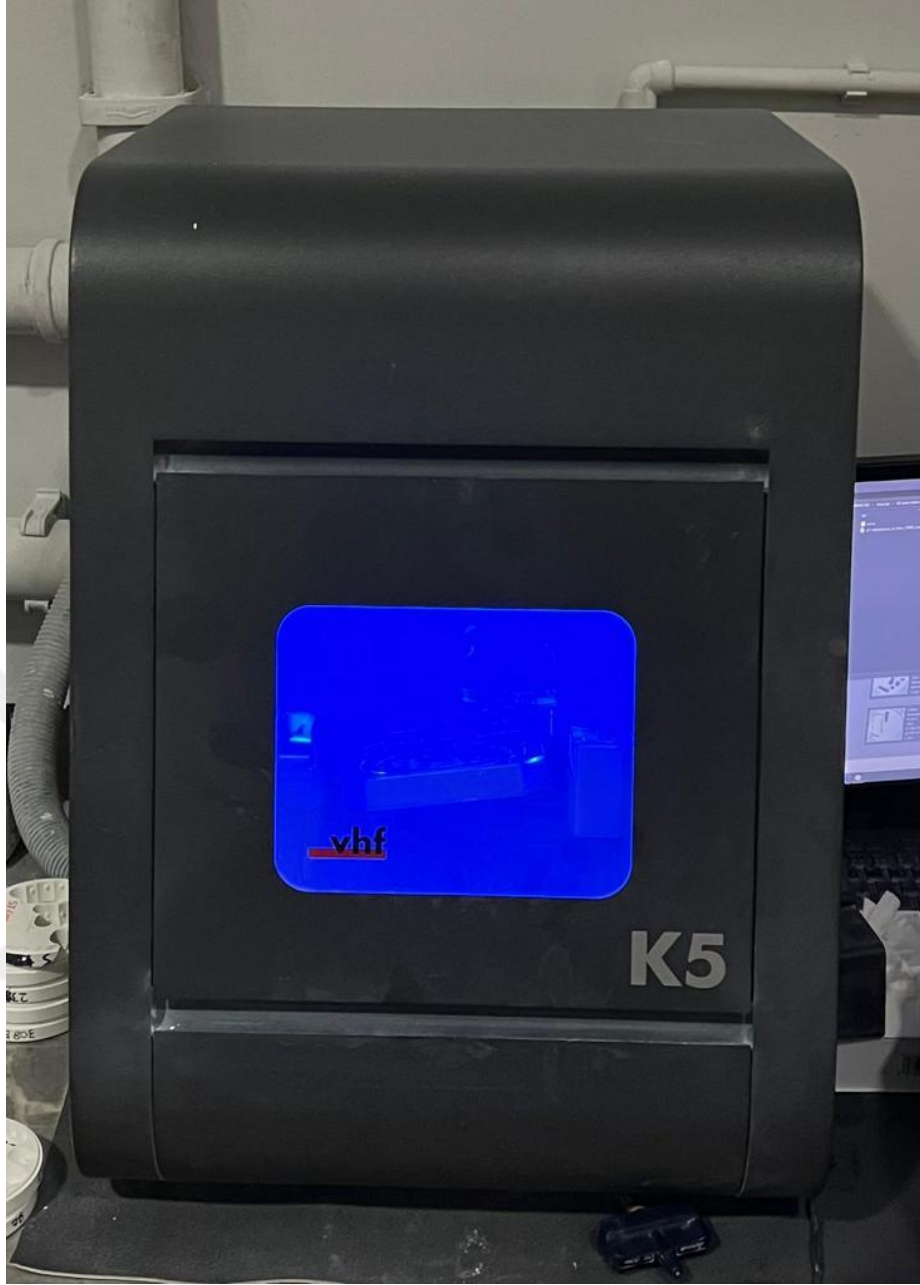
Şekil 3.7. Dijital, laboratuvar tipi ölçü tarayıcı



Şekil 3.8. Tasarlanan peek post örneğın horizontal düzlemde Cad-Cam ekran görüntüsü



Şekil 3.9. Hazırlanan peek post örneğın proksimal yüzeyinin Cad-Cam görüntüsü.



Şekil 3.10. Cad-Cam blokların freze edilmesinde kullanılan cihaz



Şekil 3.11. Döküm metal post kor örnekler



Şekil 3.12. Prefabrik fiber post örnekler



Şekil 3.13. Peek post örnekler



Şekil 3.14. Tüm post materyalleri ve eşleşen diş örnekleri

3.6. Yüzey işlemleri

Tüm örnekler üretim sonrası %70 etanol kullanılarak temizlendi ve kurutuldu. Daha sonra üretici talimatları doğrultusunda fiber post yüzeylerine fosforik asit uygulaması (K Etchant GEL L; Kuraray, Umeda, Osaka, Japan) yapıldı. 5 s asit uygulamasından sonra fiber yüzeyleri su ile durulandı. Peek post gruplar için yüzey işlemi, % 98 sülfirik asidin materyal yüzeyine 10 s uygulanmasıyla sağlandı. Asitleme işleminin ardından bir dakika boyunca materyaller distile su ile yıkandı ve kurutuldu. Döküm postlar için yüzey işlemleri; 15 nanometre partikül boyutundaki Al_2O_3 partiküllerinin post yüzeyine 15 s boyunca 50 Mpa basınç ile püskürtülmesi yolu ile gerçekleştirildi.



Şekil 3.15. Metal post örneklerin yüzeyinin kumlanmasına ait görüntü

3.7. Yüzey ölçümleri ve yüzey gözlemi

Yüzey işlemi uygulanmış post materyallerinin yüzey pürüzlülüğü (Ra), non-kontak bir profilometre kullanılarak (3D non-contact profilometer Kla Tencor Stylus Profiler P7 Hyberad, Hindistan) ölçüldü. Yüzey işleminden sonra her grubun yapısal yüzey topografisi, bir taramalı elektron mikroskobu altında gözlemlendi.

3.8. Post materyallerinin kanal içine uygulanması ve simantasyonu

Kök kanalı ve koronal kısımlar %37 fosforik asit (Condac 37, FGM) kullanılarak asitlendi, distile su ile yıkandı ve paper pointler yardımıyla kurulandı. Üreticinin yönergelerine göre yapışkan Ambar (FGM, Allcem dual, Kaliforniya, ABD) uygulandı.

Son olarak postlar, yine üretici tarafından tavsiye edildiği şekilde manipüle edilen dual-cure rezin siman (FGM, Allcem dual, Kaliforniya, ABD) ile simante edildi. Daha sonrasında ışık cihazı kullanılarak polimerize edildi.

3.9. Kor üretimi

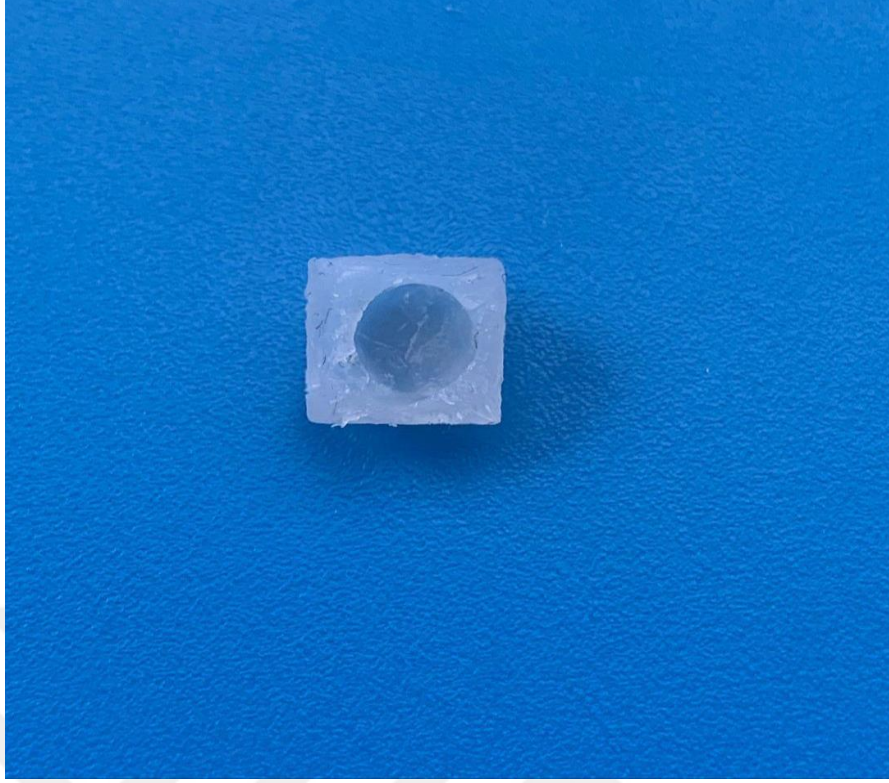
Kor üretimi için kompozit rezin (Opallis, FGM, Kaliforniya, ABD) kullanıldı. Hazırlanan kompozit kor örneğin görüntüsü Şekil 3.16.'da içerisinde gösterildi. Kor yapısının tüm gruplar arasında standardizasyonunun sağlanması için, şeffaf yapılı siloksan esaslı materyal (Dayson, İsviçre) ile hazırlanan kompozit örnek üzerinden kalıp oluşturulmuştur. (Şekil.3.17, Şekil.3.18) Tüm örnekler için aynı siloksan kalıp kullanılarak kor yapısı post üzerine adapte edildi, 10 s boyunca foto aktive edildi. Kompozit kor kısmı tamamlanmış olan tüm örneklerin model içerisindeki görüntüsü Şekil.3.19'da verildi.



Şekil 3.16. Kompozit dolgu materyali ile yapılan örnek kor yapısı



Şekil 3.17. Kompozit kor örnekten asetik matriks ölçü oluşturulması



Şekil 3.18. Asetil matriks kalıp



Şekil 3.19. Tüm örneklerin delrin model içerisindeki görüntüsü

3.10. Kuron materyalinin üretimi ve simantasyonu

Tüm gruplar için, üst birinci kesici diş kuron anatomisine uygun zirkonyum alt yapı kuronlar üretildi. (Upcera Dental Zirconia ST White, Guangdong, Çin) (Şekil 3.20., Şekil 3.21.). Kuron materyali ile bağlantısı sağlanacak diş ve kompozit kor yapısı üzerine % 37 fosforik asit 15 s boyunca uygulandı. Asit hava su spreyi yardımıyla 60 sn yıkanarak uzaklaştırıldı ve yüzeyler kurutuldu. Asit uygulanmış yüzeyler üzerine üreticinin talimatları doğrultusunda yapıştırıcı amber (FGM, Allcem, Kaliforniya, ABD) uygulandı. Kuron altyapıların simantasyonlarında çift aşamada sertleşen (dual-cure) rezin siman (Allcem, FGM, Kaliforniya, ABD) üreticinin talimatları doğrultusunda uygulandı. Örnekler 1 dk polimerize edildikten sonra; fotoaktivasyon, 10 s boyunca her bir açıdan sağlandı. Örnekler test uygulanmadan önce 24 saat oda sıcaklığında bekletildi.



Şekil 3.20. Hazırlanan zirkonyum alt yapı kuronların vestibül yüzden görüntüsü



Şekil 3.21. Hazırlanan zirkonyum alt yapı kuronların proksimal yüzden görüntüsü

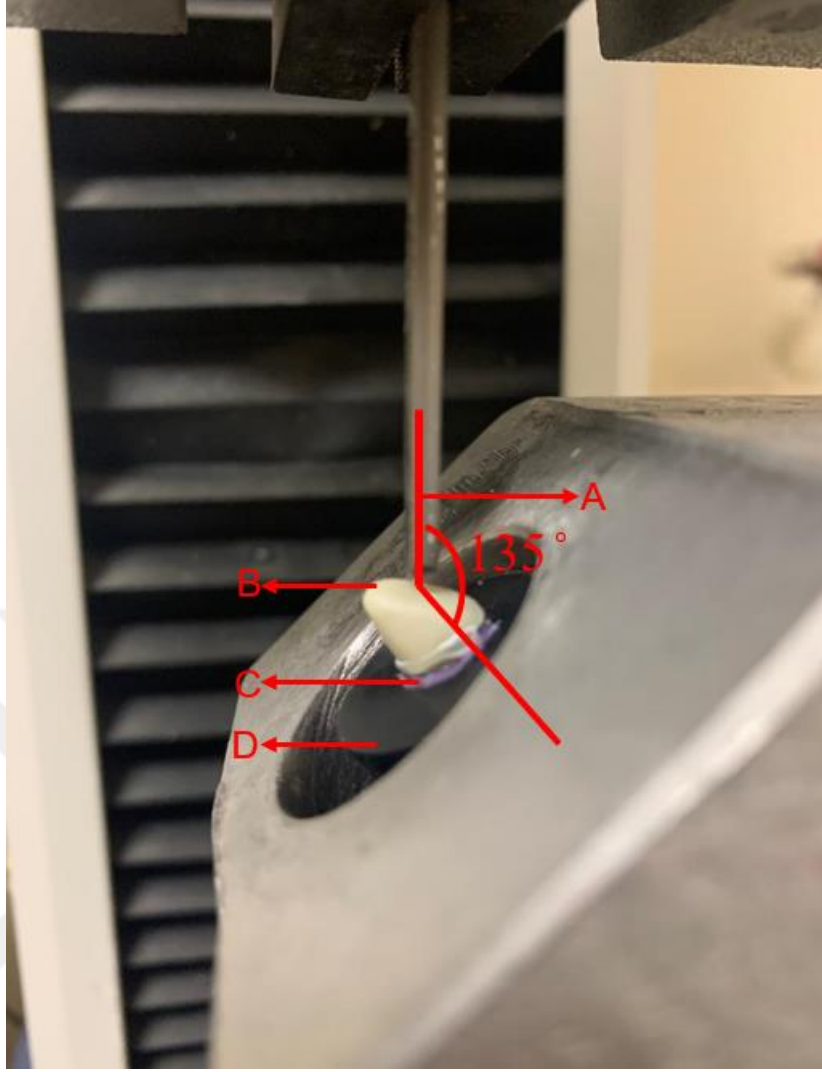
3.11. Yaşlandırma prosedürü

24 saatlik bekleme süresi sonrasında örnekler termal döngü testlerine ve çiğneme testlerine elektromanyetik bir makine içerisinde tabi tutuldu. Ağız ortamını simüle eden bir makine (Acumen III; MTS Systems Corp, Tokyo, Japonya) içerisinde, 20 sn 5° C’de, 20 sn 55° C’de tutularak ve döngüler arasında 20 sn olacak şekilde, ağızdaki beş yıllık hizmet süresine karşılık gelmesi için 6000 defa ısısal döngü uygulamalarına tabi tutularak yaşlandırılan örnekler daha sonrasında kırılma dayanımı testine tabi tutuldu. Yaşlandırmadan sonra kırılma dayanım testine tabi tutulan örneklerin kırık tipleri, optik mikroskop yardımıyla sınıflandırıldı.

3.12. Kırılma dayanım testi

Universal test cihazı (Model 4202; Instron, Şikago, ABD) kırılma dayanım testi için kullanıldı. Örnekler, zirkonyum krom materyalinin palatinal bölgesinden dişin uzun aksı ile 135° açı yapacak şekilde, kırıcı uç hizasında yerleştirildi. Kırılma dayanım testi düşük hızda (0,2 cm/min) uygulandı. (Şekil 3.22.) Testin sonunda, her numune kırılma modu için x10 büyütme altında bir optik mikroskop kullanılarak incelendi. Kök kırıkları; katastrofik yani dişin çekimini gerektirecek şekilde veya onarılabilir kırıklar şeklinde sınıflandırıldı.





Şekil 3.22. Kırılma dayanım testi düzeneği A. Düzenek ucu B. Zirkonyum altyapı C. Polieter ölçü materyali. D. Delrin model

3.13. İstatistiksel analiz

Analizler IBM SPSS 20 istatistik analiz programı ile yapıldı. Veriler; ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum, yüzde ve sayı olarak sunuldu. Sürekli değişkenlerin normal dağılımına Shapiro Wilk-W testi, Kolmogorov Simirnov testi, Q-Q plot, skewness ve kurtosis ile bakıldı.

İkiden fazla bağımsız grup ile sürekli değişkenlerin kıyaslanmasında ANOVA testi kullanıldı. ANOVA testi sonrası post-hoc testler varyanslar homojen olduğunda

Tukey testi ile varyanslar homojen olmadığı durumda Tamhane's T2 testi kullanılarak yapıldı. Kategorik değişkenler arasındaki 2x2 den daha büyük kıyaslamalarda ise beklenen değer (>5) olduğu durumda Pearson Ki-kare testi ve beklenen değer (<5) olduğu durumda ise Fisher-Freeman-Halton testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak alındı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak alındı.



4. BULGULAR

6 farklı deney grubunun maksimum kırılma direnci ortalamaları, literatürde anterior bölge için verilen maksimum kuvvet değerlerinden (286 N) daha yüksekti (Assif D, 1994). Fraktür dayanımı test sonuçlarına göre, metal kişisel post kullanılan gruplar (CP-0, CP-1) diğer tüm gruplardan yüksek kırılma dayanımı göstermiştir. ANOVA testi sonuçlarına göre; ferrule preparasyonu yapılmış olan döküm postlu örnekler (CP-1), diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek kırılma dayanımı göstermişlerdir. ($p<0.05$) Tablo 4.1. fraktür dayanım testi değerlerinin ANOVA analizine göre istatistik sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4.1. Kırılma dayanım testinin ANOVA istatistik sonuçları.

Grup numarası	Kırılma dayanımı (Mean) $\pm$ SD; median (minimum-maximum)	F	P
CP-0	415.03 $\pm$ 126.41; 412.44(182.36-182.36) ^A		
CP-1	567.75 $\pm$ 108.12; 565.22(362.79-775.13) ^B		
FP-0	309.81 $\pm$ 99.82; 312.45(163.55-458.90) ^A		
FP-1	322.46 $\pm$ 109.18; 320.06(141.58-508.22) ^A	7.565	P<0.01
PP-0	341.21 $\pm$ 129.62; 330.65(120.56-534.65) ^A		
PP-1	377.60 $\pm$ 115.98; 364.08(173.45-558.15) ^A		

Postların yüzey pürüzlülük özelliklerine göre yapılan istatistiksel analizde gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Fiber post (FP-0 ve FP-1) diğer tüm gruplardan anlamlı derecede yüksek yüzey pürüzlülük değerleri göstermektedir. ($p<0.05$) Peek post grupları ise (PP-0 ve PP-1) diğer tüm gruplardan anlamlı derecede düşük yüzey pürüzlülük değerleri göstermektedir. ($p<0.05$) Tablo 4.2. tüm post materyallerinin yüzey pürüzlülük değerlerinin, ANOVA analizi ile istatistik sonucunu göstermektedir.

Tablo 4.2. Yüzey pürüzlülük değerlerinin ANOVA testi sonucu

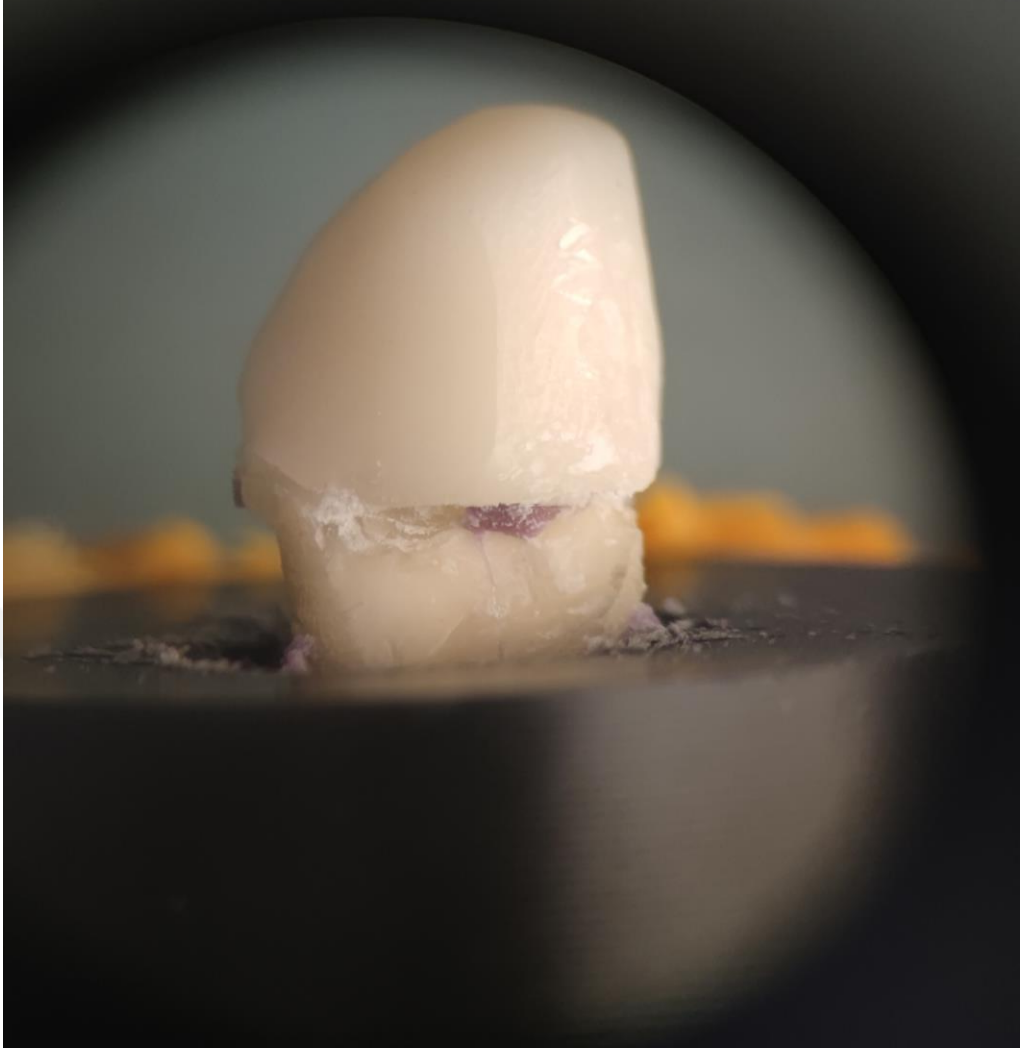
Grup numarası	Yüzey pürüzlülük (Mean) $\pm$ SD; median (minimum-maksimum)	F	P
CP-0	2.13 $\pm$ 0.13; 2.13(1.91 $\pm$ 2.29) ^A		
CP-1	2.14 $\pm$ 0.13; 2.15(1.91 $\pm$ 2.32) ^A		
FP-0	2.96 $\pm$ 0,08; 2.94 (2.88 $\pm$ 3.16) ^B		
FP-1	2.96 $\pm$ 0.16; 2.94 (2.79 $\pm$ 3.21) ^B	314.321	P<0.01
PP-0	1.65 $\pm$ 0.08; 1.66(1.53 $\pm$ 1.77) ^C		
PP-1	1.64 $\pm$ 0.05; 1.65(1.55 $\pm$ 1.73) ^C		

Tablo 4.3., kırılma testi sonucu optik mikroskop altında kırılma tiplerinin onarılabirlik seviyesine göre incelenmesinin sonucunda, kırık tiplerinin Fisher-Freeman-Halton testi kullanılarak analizinin sonuçlarını göstermektedir. Kırık hatlarının x 10 magnifikasyon altındaki optik mikroskop görüntüsü Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

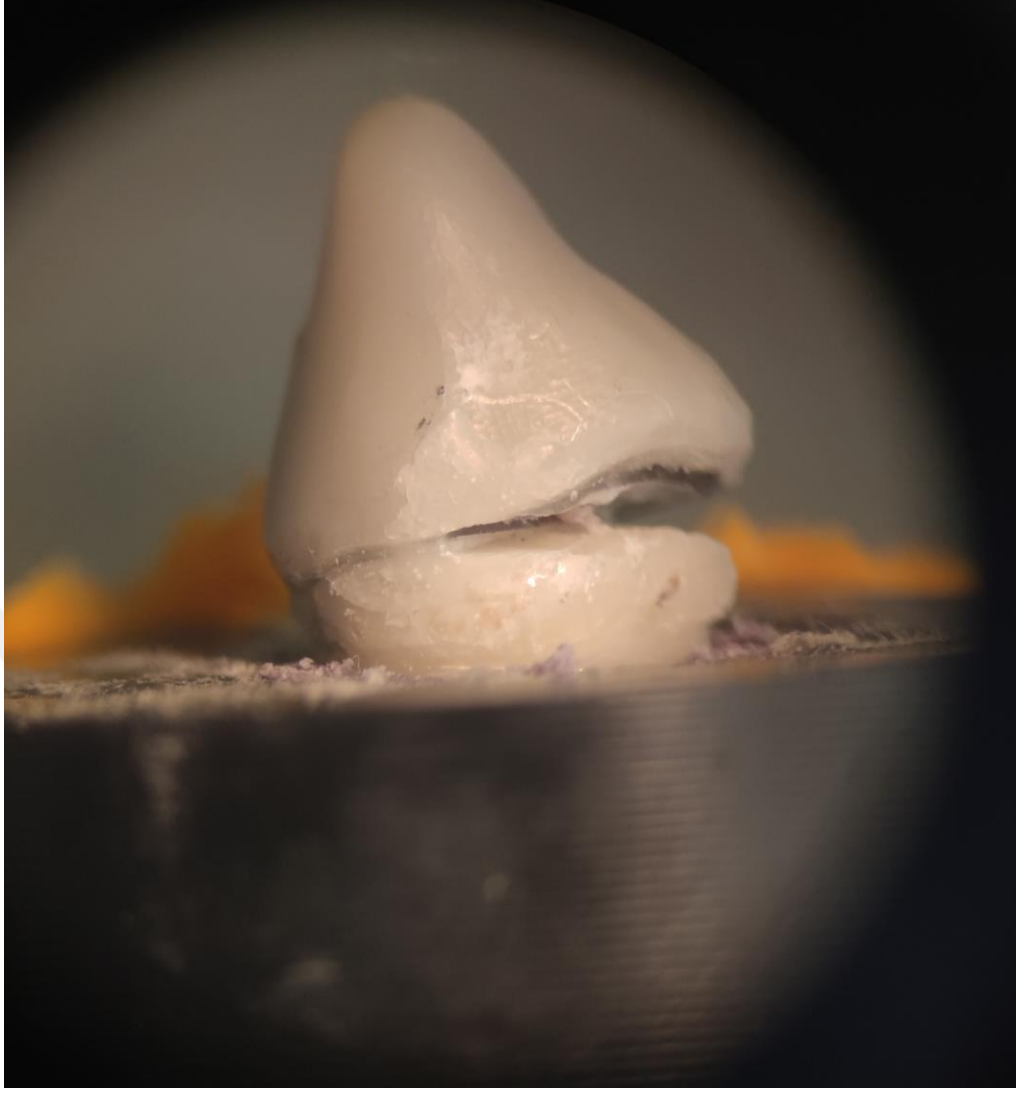
Tablo 4.3. Kırığın onarılabilirliğinin post hoc istatistiksel analizi.

Grup no	Mean±SD	P	N
CP-0	2.13 ^A		0
CP-1	2.15 ^A		2
FP-0	2.94 ^A		0
FP-1	2.94 ^B	<0.001	8
PP-0	1.66 ^A		2
PP-1	1.65 ^B		9
Total	Onarılabilir		21

Kırılma testine tabi tutulan örneklerin, kırık tiplerinin optik mikroskop altında (x10) istatistiksel analizi yapılmıştır. Belirli gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Ferrule preparasyonu yapılmış olan peek post grubunda (PP-1) onarılabilir tipte kırık görülme oranı diğer gruplardan (CP-0, CP-1, FP-0 ve PP-0) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. ($p<0.05$) Ferrule preparasyonu yapılmış olan fiber post gruplarında da (FP-1) benzer şekilde, diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde onarılabilir tipte kırık görülme sıklığı yüksek bulunmuştur. Ferrule preparasyonu yapılmış olan fiber (FP-1) ve peek (PP-1) post grupları arasında ise anlamlı bir fark bulunmamaktadır. ($p>0.05$)



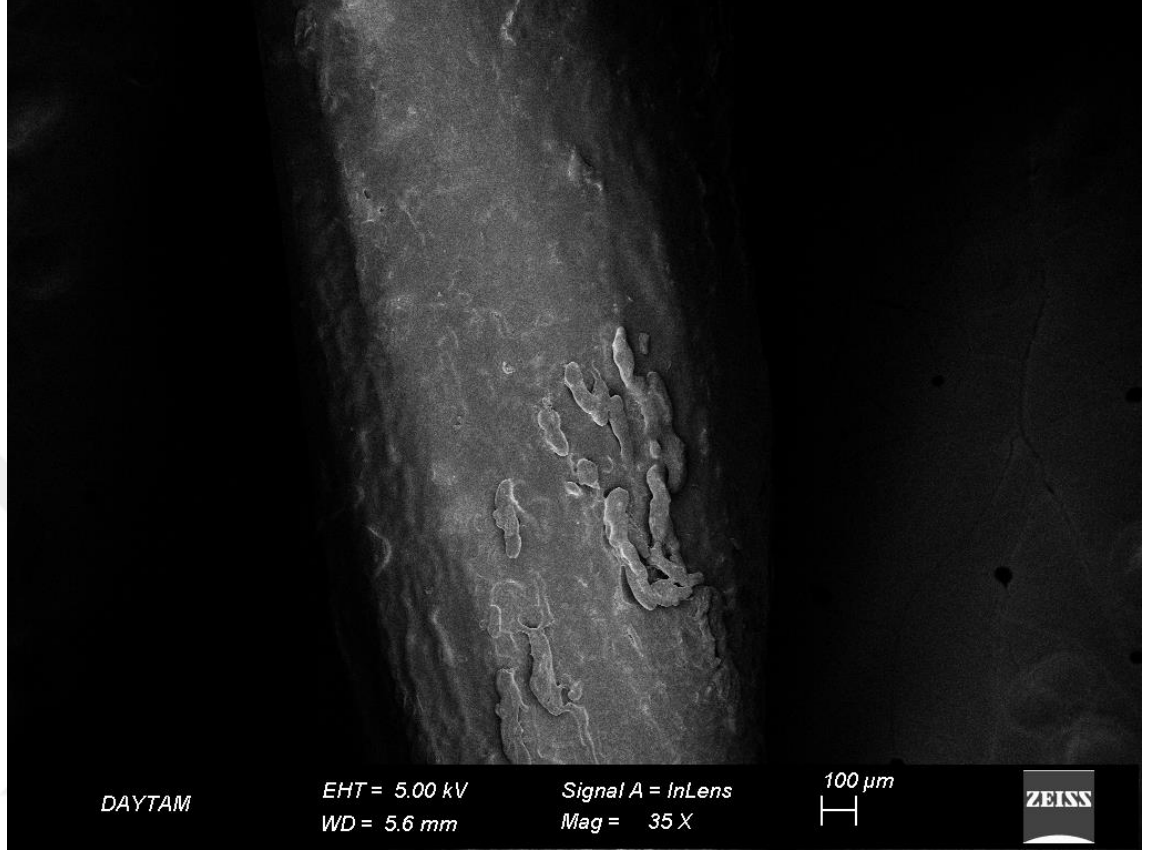
Şekil 4.1. Katastrofik tipte bir kırığın optik mikroskop görüntüsü



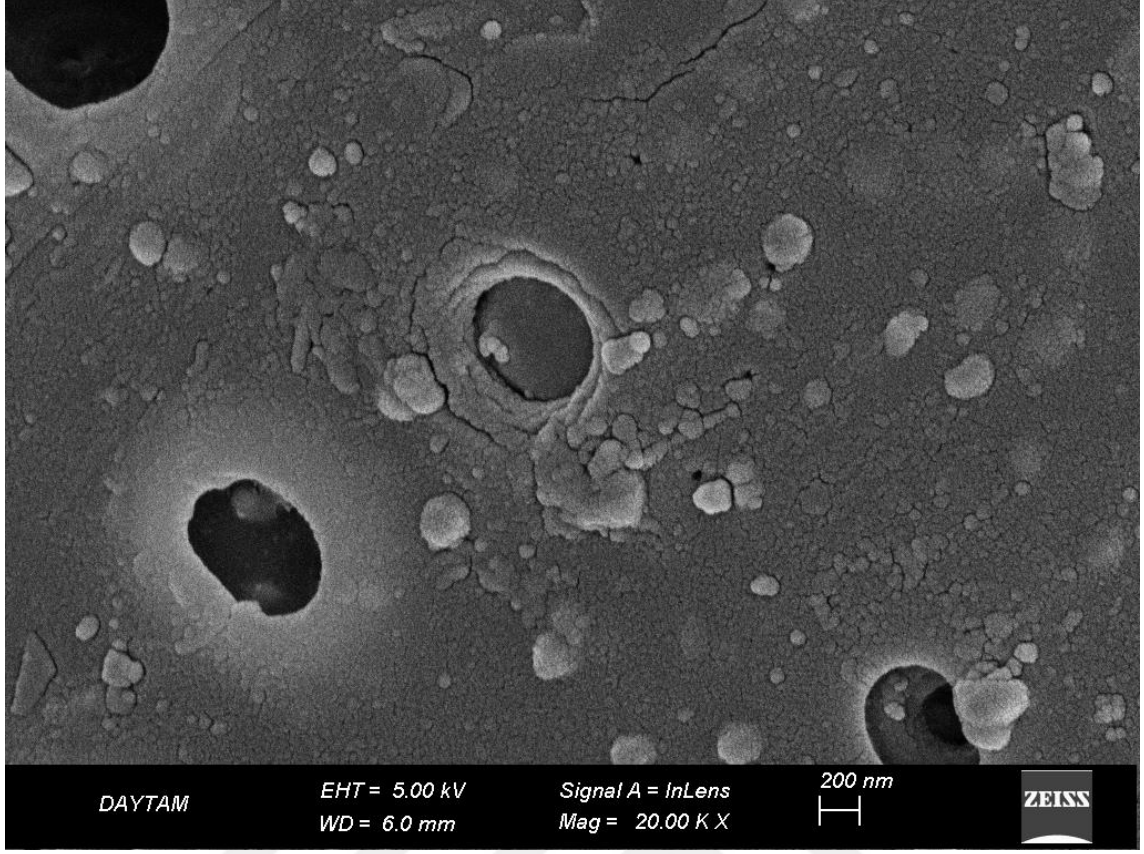
Şekil 4.3. Onarılabilir tipteki bir kırığın optik mikroskop görüntüsü

Örneklerin SEM görüntüleri (x2000) incelendiğinde; PP-0 ve PP-1 gruplarının diğer örneklerden farklı olarak düz yüzey üzerinde asit erozyon alanlarına sahip olduğu görüntülenmiştir. (Şekil 4.4., Şekil 4.5.) CP-0 ve CP-1 grupları için SEM görüntüleri incelendiğinde metal yüzeyin Al_2O_3 partikülleri sayesinde girintili bir yapı oluşturduğu ve yüzey üzerinde partiküler yapıda Al_2O_3 partikülleri bulunduğu gözlenmektedir. (Şekil 4.6., Şekil 4.7.). Fiber post gruplarının (FP-0 ve FP-1) rezin matriks içerisine gömülü fiber yapısı girintili iki yapı arasında girintili alanlar oluşturmuştur. Ayrıca fiber yapısı

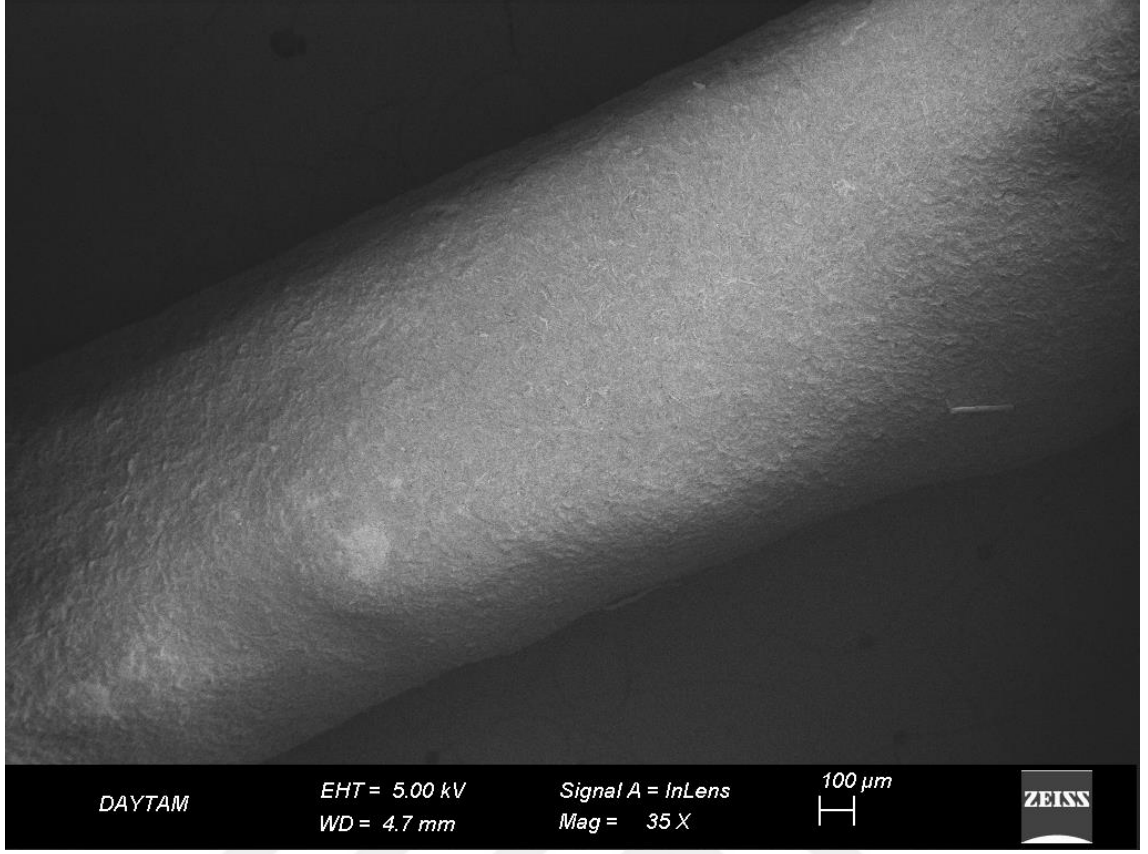
üzerinde sülfirik asidin etkisi ile çözünmüş rezin komponente ait parçacıklı yapılar bulunmaktadır. (Şekil 4.8., Şekil 4.9.)



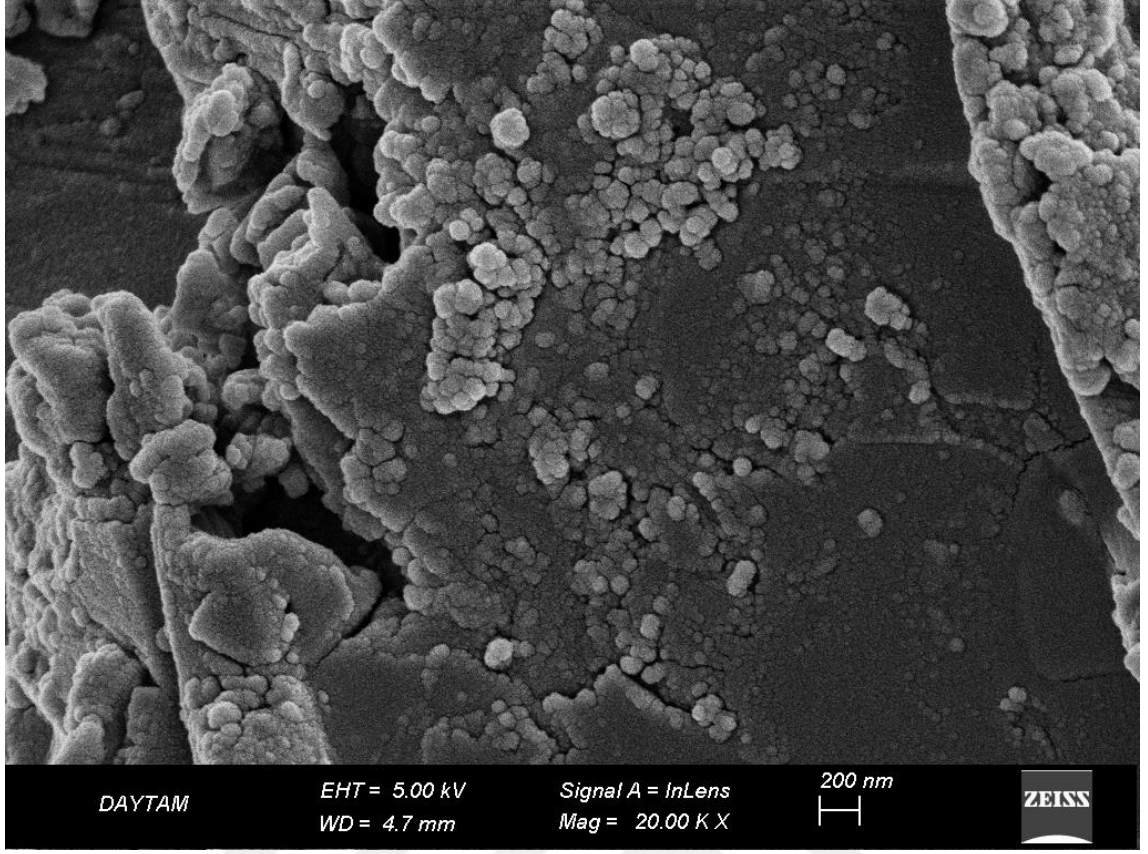
Şekil 4.4. Peek post örneğin 35 kat büyütme altındaki SEM görüntüsü



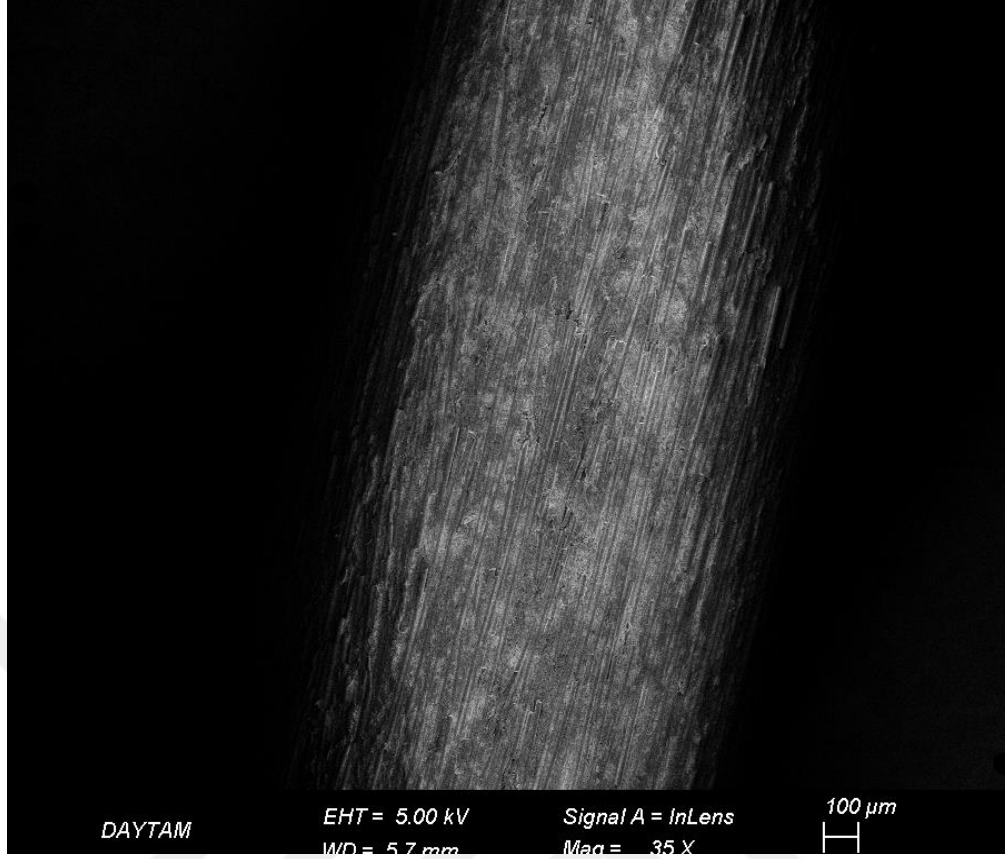
Şekil 4.5. Peek post örneğın 20.000 büyütme altındaki SEM görüntüsü



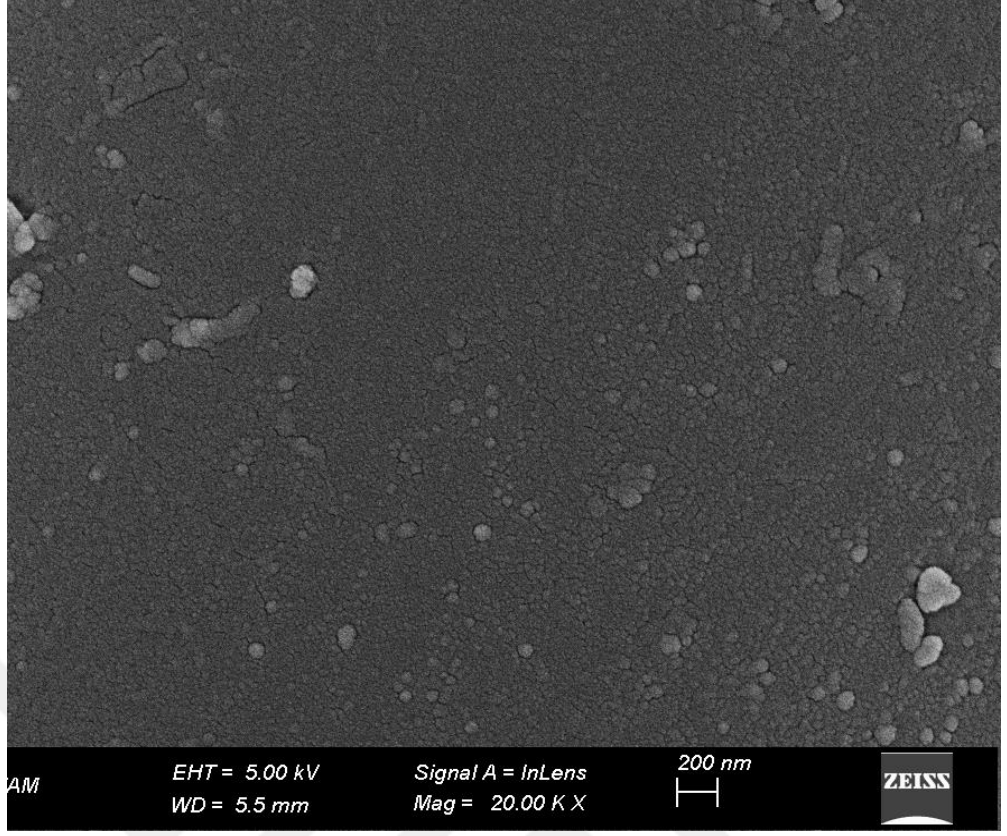
Şekil 4.6. Metal post örneğın 35 kat büyütme altındaki SEM görüntüsü



Şekil 4.7. Metal post örneğın 20.000 büyütme altındaki SEM görüntüsü



Şekil 4.8. Fiber post örneğın 35 kat büyütme altındaki SEM görüntüsü



Şekil 4.9. Fiber post örneğın 20.000 kat büyütme altındaki optik mikroskop görüntüsü

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada iki adet hipotez bulunmaktadır. Hipotezlerin birincisi; Peek post gruplarının diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek kırılma dayanımı göstermesidir. Metal post grupları (CP-0 ve CP-1) diğer post gruplarından daha yüksek kırılma dayanımı göstermiş olduğundan çalışmanın ilk hipotezi reddedildi. Metalin diğer materyallerden yüksek olan elastik modül değeri (Metal 200 GPa, peek 4 GPa, fiber 29,2 GPa) daha az esneme kapasitesine sahip olmasına neden olmaktadır (Craig, 1985). Metal post üzerine gelen kuvvetlerin, dentin dokusuna esnemededen iletilmesi ile bu durum ortaya çıkmaktadır (Craig, 1985; Goto ve ark., 2005). Metal postlar ile ilgili yapılan birçok çalışmada, literatürde benzer şekilde yüksek fraktür dayanım değerleri görülmüştür (Pourkhalili ve Maleki, 2022; Santos-Filho ve ark., 2008; Torbjörner ve Fransson, 2004).

Çalışmanın ikinci hipotezi ise; ferrule preparasyonu yapılmayan peek post grubunun kırılma dayanımının, ferrule preparasyonu yapılmış olan diğer deney gruplarından anlamlı farklılık göstermemesidir. PP-0 grubu ile FP-1 ve PP-1 grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı fakat CP-1 grubunun PP-0 grubuna göre anlamlı derecede yüksek kırılma dayanımı gösterdiği görüldüğünden çalışmanın ikinci hipotezi de reddedilmiştir.

Endodontik tedavi görmüş dişlerde uygulanan post kor uygulamasının, fraktür dayanımı ve kırık oluşumu üzerine etkileri, birden çok faktörden etkilenmektedir. Uygulanacak restorasyon materyali, kalan diş dokusunun yeri ve miktarı, restorasyonun ağız içerisinde bulunduğu bölge, seçilen restoratif materyalin üretim ve uygulama koşulları, kişisel faktörler gibi birçok etken final restorasyonun başarısını etkileyebilmektedir (Altınsoy ve ark., 2023; Falahchai ve ark., 2023; Tsukahara ve ark.,

2023). Post kor tedavilerinde vakaya uygun materyal endikasyonu koyabilmek için birçok faktör göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılmalıdır. Dolayısıyla, her klinik durum için uygun tek çeşit bir materyalin belirlenmesi oldukça zor hale gelmektedir.

Çalışmamızda uzun yıllardan günümüze kadar klinik kullanımına devam edilmekte olan döküm post materyalleri ve cam fiber, peek postlar kullanılmıştır. Adeziv prosedürlerde, SR (yüzey pürüzlülüğü) önemli bir faktördür ve dental materyalin bağlanma alanını ve mikro pürüzlülüğünü artırmak için çeşitli yüzey işleme yöntemleri gerektirir (Rosentritt ve ark., 2015). Özellikle kimyasal olarak simante edilen postlar için iyi bir bağlantı kalitesi büyük önem göstermektedir. Kanal dentini ile iyi bir bağlantı, kırılma dayanımını artırır (Krejci ve ark., 2003). Çalışmamızda yüzey pürüzlülük değerleri arasında anlamlı farklılıklar vardır ($p<0.05$). İncelenen tüm deney grupları için ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri literatür de bulunan Ra değerleriyle uyumludur (Bezzon ve ark., 2004; Chaijareenont ve ark., 2018). Yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde fiber post grupları (FP-0, FP-1) diğer tüm materyallerden anlamlı derecede yüksek pürüzlülük değerleri göstermiştir ($p<0.05$). Bu durum metal postların yüzey işlemlerinin zorluğu ve peek post materyallerinin kimyasal olarak inert bir yapıda olmasına ve düşük yüzey enerjisine bağlı olabilir (Lee ve ark., 2017). Çalışma sonuçlarına göre en yüksek yüzey pürüzlülük değerlerini gösteren fiber postlar, kırılma dayanımı testinde en düşük değerleri göstermişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, artan yüzey pürüzlülüğünün kırılma dayanımına direkt olarak pozitif bir etki göstermediği söylenebilir. SEM görüntüleriyle onaylanan peek, önceki diğer araştırmalarda gösterildiği gibi, yüzeyde dolgu partikülleri ile dağılmış çukurlar ve gözenekler gösterdi (Hallmann ve ark., 2012; Schmidlin ve ark., 2010).

Tüm değişkenlerden bağımsız olarak öncelikle, kullanılacak materyalin ön dişlerin maksimum ısırma kuvvet uygulamasından yüksek kırılma dayanımı göstermesi gerekmektedir. Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre, daha önce Bakke ve ark. tarafından rapor edilen ön bölge maksimum ısırma kuvveti olan 222 N'dan yüksek kırılma dayanımı değerleri sergilenmiştir (Bakke ve ark, 1990).

Literatürde ferrule etkisinin dahil olmadığı çalışmaların sonuçları incelendiğinde; metal, fiber ve peek postların kırılma dayanım değerleri farklılık göstermektedir (Fernandes ve Dessai, 2001; Perumal ve ark., 2011). Yapılan bir çok çalışmada döküm metal postların kırılma dayanımlarının fiber postlardan anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür (Kıvanç ve ark., 2009; Marchi ve ark., 2008) (Iemsaengchairat ve Aksornmuang, 2022). Çalışmamızda, ferrule etkisi bulunmayan CP-0, FP-0 ve PP-0 grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. ($p>0.05$) Metal postlar diğer gruplardan yüksek kırılma dayanımı göstermiştir, fakat bu değer istatistiksel olarak anlamlı değildir. Mevcut çalışmamıza benzer şekilde sıgır üst birinci kesici dişlerinin kullanılmış olduğu bir çalışmada, döküm metal ve cam fiber post çeşitlerinin kırılma dayanımları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı rapor edilmiştir (Da Silva ve ark., 2010). Fontana ve ark. yapmış oldukları çalışmada, döküm yapılar hazırlanan Ni-Cr ve cam fiber postların 3 farklı ferrule genişliğinde kırılma dayanımlarını incelemişlerdir (Fontana ve ark., 2019). Ferrule hazırlığı bulunmayan materyal grupları kırılma dayanımları açısından istatistiksel bir farklılık sergilememişlerdir. Benzer şekilde, Nauman ve ark. yapmış oldukları bir sistematik derlemede 8 adet klinik çalışmanın uzun dönem takipleri incelenmiştir. İncelenen çalışmaların sonucuna göre, alveol kemiğinin koronalinde dentin dokusu bulunmayan klinik durumlarda restorasyonun kırılma dayanımı uygulanan materyal çeşidine bağlı olarak farklılık göstermemektedir (Naumann ve ark., 2018). Literatürde çalışmamızın

sonuçlarından farklı olarak, ferrule etkisi bulunmayan koşullarda metal postların kırılma dayanımlarının diğer post çeşitlerine göre daha yüksek olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Al-Omiri ve Al-Wahadni, 2006; Marchi ve ark., 2008).

Yapılan literatür araştırmasında; peek postların kırılma dayanımını inceleyen çalışma sayısının diğer materyaller ile kıyaslandığında henüz yeterli seviyede olmadığı gözlenmiştir. Mevcut çalışmalar incelendiğinde; peek postların kırılma dayanımlarının metal postlar ile kıyaslandığında düşük olduğu konusunda fikir birliği bulunurken, peek ve cam fiber postların kırılma dayanımları üzerinde yapılan çalışmalar arasında farklı sonuçlar mevcuttur (Haralur, 2021; Teixeira ve ark., 2020). Çalışmamızın sonuçlarına göre, ferrule preparasyonu olmayan cam fiber ve peek post grupları arasında kırılma dayanımı açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bununla beraber peek postların kırılma dayanım değerlerinin cam fiber postlardan yüksek olduğu gözlenmiştir. Literatürde benzer şekilde, Das ve ark. yapmış oldukları çalışmada cam fiber ve peek postların kırılma dayanımları karşılaştırılmıştır. (Das ve ark., 2022). Çalışmanın sonuçlarına göre; peek postların kırılma dayanımları istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonuçlarımızdan farklı olarak; peek postların kırılma dayanımlarının anlamlı derecede düşük olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Sugano ve ark., 2020). Sonuç olarak, literatürde çoğunlukla peek postların kırılma dayanımları cam fiber postlardan daha yüksektir veya anlamlı derecede farklılık göstermemektedir (Das ve ark., 2022; Pourkhalili ve Maleki, 2022). Farklı sonuçlar bildiren makaleler arasındaki değişiklikler, peek postların üretim aşamalarındaki teknik farklılıklardan veya uygulanan yüzey işlemleri, adeziv prosedür çeşitliliklerinden kaynaklanıyor olabilir.

Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre, ferrule etkisinin kullanılan tüm materyallerin kırılma dayanımını artırdığı gözlenmiştir. Bu sonuç daha önce yapılan birçok çalışma ile uyumludur (Juloski ve ark., 2012; Tan ve ark., 2005; Tunjan ve ark., 2012). Atais Bacchi ve arkadaşlarının, metal ve cam fiber postların ferrule etkisi gözlenen ve gözlenmeyen durumlar içerisinde kırılma dayanımını inceleyen bir sonlu eleman analizinde; benzer şekilde ferrule etkisi incelenen tüm materyallerden bağımsız olarak kırılma dayanımını artırmıştır (Bacchi ve ark., 2019). ($p<0.05$) Kullanılan materyal fark etmeksizin kalan koronal dentin miktarının restorasyonun klinik başarısını büyük ölçüde etkilediği yapılan bir çok klinik çalışma ile bildirilmiştir (Naumann ve ark., 2018). Bir çok yazar, ortodontik ekstrüzyon veya cerrahi kök ekstrüzyonu gibi yöntemler kullanmak pahasına belirli bir miktar ferrule oluşturmanın herhangi bir materyalin etkisinden çok daha fazla olacağını düşünmektedir (Assiri ve ark., 2022). Mevcut çalışmada incelenen tüm materyal çeşitlerinde kırılma dayanımı artış göstermiştir, fakat istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösteren tek materyal döküm post korlarıdır. Bu durumu açıklar nitelikte yapılmış olan bir çok çalışmadan biri olan bir sonlu eleman analizinde; ferrule varlığının post ve dentin arayüzünde oluşan stresi azalttığı ve restorasyonun doğal dişlerde oluşan stres dağılımına benzer bir mekanik performans sergilemesine yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Roscoe ve ark., 2013).

Bu çalışmada görülen kırılma dayanımı testi değerlerinin ön bölge dişler için bilinen değerlerden (190-290 N) yüksek olduğu ölçülmüştür (Steiner ve ark., 2009). 1 mm genişliğinde 2 mm yüksekliğinde hazırlanan ferrule etkisi bulunan örnekler üzerindeki test sonuçları incelendiğinde; CP-1'in kırılma dayanımı değerlerinin tüm gruplardan anlamlı derecede yüksek olduğu gözlemlenmiştir. ($p<0.05$) Bu durum literatür bilgileriyle uyumludur (Pereira ve ark., 2006). Başka bir meta analizinde fiber ve metal postlar karşılaştırılmış, benzer şekilde metal döküm postların yüksek kırılma direnci

gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır (Zhou ve Wang, 2013). Benzer olarak daha önce yapılan bir çalışmada, 2 mm'lik ferrule preparasyonu yapılmış olan döküm post kor ve prefabrik fiber post üzerine kompozit kor yapılmış olan iki deney grubunu incelemiştir. Metal post kor grubunun kırılma dayanımının diğer gruptan anlamlı derecede yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Zhi-Yue ve Yu-Xing, 2003). Fraga ve ark. yapmış oldukları çalışmada 2 mm'lik ferrule preparasyonu yapılmış olan deney grupları arasında metal post korlar prefabrik post üzerine kompozit kor yapılmış olanlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek kırılma mukavemeti göstermişlerdir (Fraga ve ark., 1998). Döküm metal, cam fiber ve zirkonyum postların kırılma dayanımlarının incelendiği bir çalışmada farklı olarak; kompozit korlu cam fiber postlar en yüksek kırılma direnci değerini (915.70 ± 323 N), zirkonya post sistemi ise en düşük direnci (435.34 ± 220 N) gösterdi. Ni-Cr döküm postu için karşılık gelen ortalama değer 780.59 ± 270 N olarak rapor edildi (Habibzadeh ve ark., 2017). Fakat ferrule etkisi altında olan durumlar için, metal postların cam fiber ve seramik postlardan yüksek kırılma dayanımı gösterdiği konusunda literatürde fikir birliği bulunmaktadır. 2 mm'lik ferrule preparasyonunun döküm metal postlar için kırılma dayanımını önemli derecede artırdığı, daha önce yapılan benzer bir çok çalışmanın sonucu ile paraleldir (Qing ve ark., 2007). Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre, 2 mm'lik ferrule preparasyonu CP-0 ve CP-1'in kırılma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmuştur. ($p < 0.05$) Fakat ferrule etkisi olan diğer deney gruplarındaki (FP-1 ve PP-1) farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Literatürde, fiber postların koronalde kalan dentin dokusu miktarı ile artan fraktür dayanım değerleri gösterdiği çoğu yazar tarafından bildirilmiştir (Fontana ve ark., 2019; Lima ve ark., 2023; Morón, 2014; Schiavetti ve Sannino, 2012). Peek postlar için literatürde çalışma sayısı henüz çok fazla değildir. Fakat bulunan sonuçlar cam fiber postlar ile benzer niteliktedir (Lima ve ark., 2023). Çekilmiş premolar dişlerin

kullanıldığı bir çalışmada benzer şekilde peek post grubunun kırılma dayanımı değerleri daha yüksek ölçülmüş fakat istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Pourkhalili ve Maleki, 2022). Yine benzer şekilde yapılan başka sonlu eleman analizinde peek postların kırılma direncinin fiber postlara kıyaslandığında daha yüksek olmakla birlikte, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (Lima ve ark., 2023). Fakat peek postların kanala özel üretim imkanı ve kompozit kor kullanımına gerek kalmadan kor yapısı ile birlikte üretilme imkanı peek postların fiber postlar için önemli bir alternatif olarak değerlendirilmesini gerektirmektedir (Lima ve ark., 2023; Liu ve ark., 2010). Mevcut çalışmamızda cam fiber postlar ile kıyaslama yönteminde standardizasyonun sağlanması için peek postların üretimi esnasında kor yapısı bir bütün olarak tasarlanmamıştır. Her geçen gün ulaşılabilirliği artan ve maliyeti azalan cad-cam sistemleri göz önünde bulundurulduğunda peek postlar hakkında çok daha fazla sayıda klinik çalışmaya ve laboratuvar çalışmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Post kor uygulanmış bir diş için oluşabilecek komplikasyonlar arasında onarılması en zor durum diş kırıklarıdır. Kırık oluşmuş bir dişin onarımı restorasyon öncesinden çok daha zor olmakla birlikte, kırık hattının alveol kemik hizasının altına uzandığı durumlarda ise onarım mümkün olmamaktadır. Kalan diş dokusu miktarı azaldıkça post kor restorasyonu uygulanan dişte kırık oluşma ihtimali artar (Nanda ve ark., 2015). Daha önce yapılmış olan in vitro ve in vivo çalışmaların sonuçlarına benzer şekilde mevcut ferrule etkisinin bulunmadığı örneklerde oluşan kırıklar çoğunlukla onarılamaz tiptedir (NR, 2002). Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre, ferrule preparasyonu yapılmayan dişlerde 2 adet peek post dışında tüm kırıklar katastrofiktir. Kul ve ark. yapmış oldukları çalışmada, zirkonya seramik post, fiber post ve cam fiber takviyeli kompozit rezin postların kırılma dayanımlarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda mevcut çalışmaya benzer olarak, ferrule preparasyonu yapılmamış olan örneklerin tamamının katastrofik olarak kırıldığını

gözlemlemişlerdir (Kul ve ark., 2020). Titanyum ve cam fiber postların kırılma dayanımlarının incelendiği başka bir çalışmada, ferrulesiz gruplar arasında kırık tiplerinin arasında fark olmadığı bildirilmiştir (Lazari ve ark, 2018). Onofre ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada ferrule etkisinin bulunmadığı, cam fiber ve döküm metal postların kullanıldığı dişlerde 3 yıllık klinik takip sonrasında her iki post çeşidi restorasyonunun benzer sağkalım sergiledikleri kırıkların çoğunlukla katastrofik tipte olduğu gösterilmiştir (Sarkis-Onofre ve ark., 2014).

Ferrule etkisi sağlanamayan koşullarda kullanılması gereken post materyali konusunda literatürde yaygın bir görüş bulunmamaktadır (Naumann et al., 2018; Özkurt ve ark., 2010; Pereira ve ark., 2006; Pourkhalili ve Maleki, 2022). Mevcut çalışmanın sonuçlarına paralel olarak yapılan literatür araştırmasında, döküm postların diğer materyaller ile kıyaslandığında, yüksek kırılma direnci göstermesine rağmen onarılamaz tipte kırıklar ile ilişkilendirildiği görülmüştür (Martinez-Insua ve ark., 1998; Zhou ve Wang, 2013). Kırılma kuvvetlerine karşı dayanımı yüksek, fakat onarılamaz tipte kırık oluşturma potansiyeli düşük materyal arayışı devam etmektedir. Bu açıdan klinik kullanım alanı oldukça geniş olan cam fiber postlara alternatif olarak peek postlar değerlendirilmektedir. Ferrulesiz peek post grubunda (PP-0) görülen onarılabılır tipteki kırıkların, peek materyalinin stres dağılımının döküm ve fiber post materyallerine göre daha dengeli olmasından ve elastik modül değerinin diğer materyallerden düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Lima ve ark., 2023). Daha yüksek bir kırılma dayanımı gösterirken daha düşük sayıda katastrofik başarısızlıkların görülmüş olması peek postların fiber postlar karşısında daha yüksek klinik performans gösterebileceğini düşündürmüştür. Düşük elastik modülün stres dağılımına etkisinin gözlemlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada; peek, fiber ve döküm postlar kullanılarak bir sonlu eleman analizi yapılmıştır. Peek materyalinin kök dentini üzerinde oluşturduğu

stres alanlarının döküm ve cam fiber postlarla kıyaslandığında çok daha dengeli olduğu gözlemlenmiştir (Lee ve ark., 2017). Mikro bilgisayarlı tomografi yöntemi ile yapılan bir çalışmada, alveol kemik hizasından itibaren kalan diş dokusu bulunmayan üst birinci kesici dişin restorasyonunda, cam fiber ve peek postlar kullanılmıştır. Kuron kaplama materyalinin üzerinden 135° açı ile 100 N kuvvet uygulanmış ve postların stres dağılımları analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; peek post kullanımının, stres yoğunlaşma alanlarını post ve diş dokusu üzerinden, siman aralıklarına doğru yönlendirdiği gösterilmiştir (Tekin ve ark., 2020). Bu durumda, peek post kullanımı daha önce test edilen materyallere göre daha avantajlı bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Fakat bu çalışmada ortaya çıkan test sonuçlarına göre, onarılamayan kırıkların oluşumunu önlemede yeterli görünmemektedir. Peek postlar ile, periodontal feed-back mekanizmasının bulunduğu gerçek dişlerin restorasyonunun yapıldığı in vivo çalışmaların yapılması bu konuda daha fazla literatür bilgisinin sağlanması açısından faydalı olacaktır.

Çalışmamızda ferrule preparasyonu yapılmış olan gruplar incelendiğinde, fraktür dayanımı yüksek olan metal gruplarda katastrofik kırık görülme ihtimalinin çok daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. (%81,1) CP-1’de katastrofik kırık görülme sıklığının istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu gözlemlenmiştir. ($p<0.05$) Daha önce yapılan çalışmalarda ferrule etkisi olsun ya da olmasın, metal postların kökte katastrofik kırık oluşturduğu konusunda fikir birliği bulunmaktadır (Martinez-Insua ve ark., 1998; Teixeira ve ark., 2020). Kök kırıklarının post materyali ile dentin arasındaki elastik modül farklılıklarından kaynaklandığı bilinmektedir.(Asmussen ve ark., 2005) Dolayısıyla CP-1 için katastrofik tip kök kırığı sıklığı FP-1 ve PP-1’den anlamlı derecede yüksek gözlenmiştir. ($p<0.05$) Ferrule preparasyonu ile kök dentini üzerinde oluşan stres noktalarının, apikalden koronale doğru yönelerek daha dengeli bir dağılım gösterme

eğiliminde olduğu, daha önce yapılan bir çok sonlu eleman analizi ile literatürde ortaya konmuştur (Asmussen ve ark., 2005; Qualtrough ve Mannocci, 2003). Yüksek elastik modül değerine rağmen CP-1 de görülen onarılabilir tipteki kırıklar bu stres dağılımı modelini destekler nitelikte olduğunu düşünmekteyiz. Fakat CP-1 de görülen onarılabilir tipteki kırıklar CP-0, FP-0 ve PP-0'dan istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0.05$) Yapılan bazı çalışmalarda elde ettiğimiz sonuca benzer şekilde, ferrule varlığının döküm postların kırık tipine etkisini anlamlı bulmamıştır (Da Silva ve ark., 2010; Pereira ve ark., 2009; Sendhilnathan ve Nayar, 2008). Bu durumun metal postların, yüksek elastik modül değerlerine paralel olan yüksek fraktür dayanımı değerlerinin kök dentinine iletim şeklinden kaynaklığını düşünmekteyiz. Barcellos ve ark. yapmış oldukları bir çalışmada, metal postların üzerine gelen yüksek kuvvetlerin diş yapısına iletildiği ve oluşan kama etkisi ile vertikal kırıkların oluşabileceği bildirilmiştir (Barcellos ve ark., 2013). Fakat literatürde bulunan bir çok çalışma, ferrule etkisi altındaki döküm postların kırılma paterninin, vertikal kırıklardan onarılabilir tipte kırıklara doğru değişim gösterdiğini bildirilmiştir (Hu ve ark., 2005; Da Silva ve ark., 2010; Mezzomo ve ark., 2003).

Ferrule etkisi olduğu durumda, fiber ve peek postlar için (FP-1, PP-1) onarılabilir tipte kırık görülme oranı metal postlardan farklı olarak istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. ($p<0.05$) Literatür bilgileri incelendiğinde; fiber postlar için minimum 1,5 mm ferrule etkisinin katastrofik kırık oluşma riskini önemli ölçüde azaltacağı bilinmektedir (Sahafi ve ark., 2005). Abdulrazzak ve ark. 90 adet insan maksiller kesici dişi ile yapmış oldukları bir çalışmada dişler ferrulesiz, 2 mm ve 4 mm ferrule uzunluğuna sahip 3 gruba ayrılmıştır (Abdulrazzak ve ark., 2014). Bu çalışmanın sonuçlarına göre ferrulesiz grupta baskın kırık tipi katastrofik kırıklardı. En az 2 mm'lik bir ferrule etkisini onarılabilir tipte kırık oluşma ihtimalini anlamlı derecede artırdığı

bildirilmiştir (Abdulrazzak ve ark., 2014). Bu sonuca benzer şekilde yapılan bir çalışmada, ferrule etkisinin bulunduğu klinik koşullarda fiber post kullanımının onarılabilir tipte kırıkların oranını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Varvara ve ark., 2007). Literatürde ferrule etkisinin fiber postlarda katastrofik kırık oluşma riskini anlamlı ölçüde azalttığı yönünde bir görüş hakimdir (Raygot ve ark., 2001; SN ve ark., 2006). Fakat, bu durumda hangi post tipinin kullanılması gerektiği konusu halen tartışmalıdır (Bolla ve ark., 2007). Literatürde peek postların kırılma dayanımları ve oluşan kırık tipleri hakkında yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, peek postların mekanik özelliklerinin cam fiber postlar ile benzer olduğu görüşü yaygındır (Teixeira ve ark., 2020). Fakat peek postların farklı ferrule koşulları altında göstereceği kırılma modları hakkında yapılan çalışma sayısı çok azdır (Teixeira ve ark., 2020). Yapılan literatür araştırmasında bu konuda yazılmış birkaç makale sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmaların sonuçlarına göre, peek post gruplarında diğer post gruplarından çok daha yüksek seviyede siman arayüzündeki bağlantı başarısızlığından kaynaklanan kopmalar meydana gelmiştir (Teixeira ve ark., 2020). Tutuculuk kaybı kaynaklı başarısızlık bildiren çalışmalarda kullanılan yapıştırıcı siman tipleri incelendiğinde kendiliğinden asitli simanlar (self etch) olduğu görülmüştür (Teixeira ve ark., 2020; Keul ve ark., 2014; Stawarczyk ve ark., 2014). Benli ve ark. tarafından yapılan çalışmada uygun yüzey işlemleri sonrası 10-mdp içerikli dual cure rezin ile simante edilen peek postların önceki çalışmalardan çok daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği bildirilmiştir (Benli ve ark., 2020). Mevcut çalışmada peek yüzeyler için tavsiye edilen asit uygulamasını takiben 10-mdp içerikli dual cure rezin siman ile simantasyon yapılmıştır (Uctasli ve ark., 2021). Mekanik yaşlandırma sonrasında kırılma dayanım testine tabi tutulan örneklerde tutuculuk kaybına bağlı başarısızlık görülmemiştir. Çalışmamızda PP-1’de onarılabilir tipte kırık görülme sıklığı, FP-1 ile benzer sıklıkta ve CP-1’den anlamlı derecede yüksektir. ($p<0.05$) PP-1’de onarılabilir

tipte görülen kırık sıklığı daha yüksektir fakat PP-1 ile FP-1 arasındaki fark anlamlı değildir. ($p>0.05$) Peek yüzeyler metal, cam fiber ve peek postların 2 mm'lik ferrule desteği ile maksiller kesici diş kanalı içerisine uygulandığı bir çalışmada peek post grubu ile tedavi edilen dişlerde onarılamaz tipte kırık oluşma sıklığının diğer gruplardan anlamlı derecede düşük olduğu bildirilmiştir (Özarslan ve ark., 2021). Benzer şekilde Ni-Cr, cam fiber ve peek postların kırılma dayanımının incelendiği bir çalışmada onarılabılır kırık oluşturma sıklığı istatistiksel olarak peek postlar için yüksek bulunmuştur (Pourkhalili ve Maleki, 2022). Literatürde ferrule etkisinin peek postlar için incelendiği başka bir in vitro çalışma bulunmadığından, kalan dentin miktarının peek post kullanımı ile prognozu ne derece iyileştirebileceği hakkında sadece mevcut sonuçlar ile yorum yapmak oldukça zordur. Bu konuda yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kırılma dayanıklılığının ve kırılma tiplerinin incelendiği çalışmalarda sonuçlar deney düzeneği, incelen dişlerin yapısal özellikleri, dişlerin saklama koşulları, kuvvetin uygulandığı bölge, kırılma test düzeneği, mekanik yaşlandırma koşulları ve bunun gibi sayısız faktörün etkisi ile değişebilmektedir. Genel olarak post kor tedavileri hakkında yapılan çalışmalarda yeni materyaller ve yeni adeziv protokoller değerlendirilmektedir. Bu çalışmada peek post korların yüzeyine 10 s sülfirik asit uygulamasını takiben çift aşamada sertleşen rezin siman ile simantasyon işlemi gerçekleştirildi. Kanal içerisine yerleştirilen peek postların kırılma dayanım değerleri açısından başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Fakat bu çalışmanın bazı limitasyonları bulunmaktadır;

Çalışma in vitro bir çalışma olup, ağız ortamındaki başta feed-back mekanizmaları olmak üzere birçok etkeni kapsayamamaktadır.

Kompozit korlar üzerinde üretilen zirkonyum kuronlar altyapı tasarımı şeklinde üretilmiş olup, gerçek kuron boyutlarından düşük ölçülerdedir.

Ölçümü yapılan yüzey pürüzlülük değerlerinin adezyon hakkında daha anlamlı bir yorum yapabilmek için gerilme testi yapılmamıştır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Peek postların kırılma dayanım değerleri, üst birinci keser dişler için literatürde belirlenen maksimum ısırma kuvveti olan 222 Newton'dan daha yüksek değerlerdedir. Peek postların kırılma dayanımları, cam fiber postlar ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmaz. ($p>0.05$) Peek postların kırılma dayanımları döküm metal postlar ile kıyaslandığında daha düşüktür. ($p<0.05$)
2. Metal post kullanımı, artan dikey yönlü katastrofik kök kırıkları ile ilişkilendirilebilir.
3. Ferrule etkisi bulunmayan koşullar altında, kullanılan materyal fark etmeksizin gözlenen kırıklar katastrofik karakterdedir.
4. Alveol kemik seviyesinin üstünde dentin dokusu bulunmadığı durumda, peek postların kullanımı; katastrofik kırık oluşumunu önlemek için yeterli olmamaktadır.
5. Post materyali olarak peek kullanımı, oluşan kırıkların onarılabilir seviyede kalmasına katkı sağlamaktadır.
6. Endodontik tedavi görmüş dişlerin tedavisinde kalan diş dokusunun korunması en önemli faktördür. Ferrule etkisi oluşturabilecek sert doku hazırlığı yapılabildiğinde, doğru restoratif materyal seçimi dişin prognozu açısından oldukça önemlidir.
7. Metal postlar ile kıyaslandığında cam fiber ve peek postlarda onarılabilir tipte kırık görülme sıklığı, ferrule etkisinin bulunduğu durumlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir. ($p<0.05$)

8. Koronal duvarlarının tümünü tamamen kaybetmiş dişler için, peek postların kullanılmasının onarılabılır tipte kırık oluşumunda anlamlı bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir. ($p>0.05$)

KAYNAKLAR

- Akkayan, B., 2004., An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 92(2),155-162.
- Akkayan, B., Caniklioğlu, M.,1997., Farklı post tiplerinin kök kırıklarına etkileri ve post seçim kriterleri. *Hacettepe Dişhekimliği Dergisi*, 21,75-84.
- Alaçam, T., Nalbant, T.,1998., İleri restorasyon teknikleri, Polat Yayınları, Ankara, 138-262.
- Al-Omiri, M.,Al-Wahadni, A.,2006., An ex vivo study of the effects of retained coronal dentine on the strength of teeth restored with composite core and different post and core systems. *International endodontic journal*, 39(11),890-899.
- Al-Sanabani,FA.,Al-Makramani,BM.,Alaajam,WH.,Sultan Al-ak'hali,M.,Alhajj,MN, Nassani, MZ.,2023., Effect of partial ferrule on fracture resistance of endodontically treated teeth: A meta-analysis of in-vitro studies. *Journal of Prosthodontic Research* 22, 1-70.
- Al Thobity, AM.,2016., Clinical Outcomes of Zirconium-Oxide Posts: Up-to-Date Systematic Review. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 37(6),17-20.
- Altınsoy, I., Buyukkaplan, US., Yanık, D. Turker, N., 2023., Fracture Resistance of the Bundle Post System and Conventional Fiber Post with Different Lengths. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 43(3), 133-139.
- Alqarawi,FK.,Alkahtany, MF.,Almadi, KH.,Ben Gassem,AA.,Alshahrani,FA., AlRefeai, MH.,2021., Influence of different conditioning treatments on the bond integrity of root dentin to rGO infiltrated dentin adhesive. SEM, EDX, FTIR and microRaman study. *Polymers* 13(10),1555.
- Asmussen, E., Peutzfeldt, A., Sahafi, A., 2005., Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *The Journal of prosthetic dentistry* 94(4),321-329.
- Assif, D.,Bitenski,A.,Pilo,R.,Oren,E.,1993., Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *The Journal of prosthetic dentistry* 69(1),36-40.
- Assif, D.,Gorfil, C., 1994, Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry* 71(6),565-567.
- Assiri, AYK.,Saafi, J., Al Moaleem, MM., Mehta, V., 2022., Ferrule effect and its importance in restorative dentistry: A literature Review. *Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology*, 29(04),69-82.
- Aydemir, M., Bağlar, S.,2019., Post-Kor Sistemlerinin Güncel Sınıflandırılması. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*,25(3),320-333.
- Baba, NZ., Golden, G., Goodacre, CJ., 2009., Nonmetallic prefabricated dowels: a review of compositions, properties, laboratory, and clinical test results. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*,18(6),527-536.

- Bacchi, A., Caldas, RA., Schmidt, D., Detoni, M., Matheus Albino, D., 2019., Fracture strength and stress distribution in premolars restored with cast post-and-cores or glass-fiber posts considering the influence of ferule. *BioMed research international*, 34(2),14-21.
- Bakke, M., Holm, B., Jensen, B. L., Michler, L., Møller, E., 1990., Unilateral, isometric bite force in 8-68-year-old women and men related to occlusal factors. *European Journal of Oral Sciences*, 98(2), 149-158.
- Baraban, DJ.,1967., The restoration of pulpless teeth. *Dental Clinics of North America* 11(3),633-653
- Barcellos, RR., Correia, DPD., Farina, A., Mesquita, M., Ferraz, C. Cecchin D., 2019., Fracture strength and stress distribution in premolars restored with cast post-and-cores or glass-fiber posts considering the influence of ferule. *BioMed research international* 64(2), 32-39.
- Barkhordar, RA., Radke, R., Abbasi, J., 1989., Effect of metal collars on resistance of endodontically treated teeth to root fracture. *The Journal of prosthetic dentistry* 61(6),676-678.
- Bateman, G., Ricketts, D., Saunders, W., 2003.,Fibre-based post systems: a review. *British dental journal*, 195(1),43-48.
- Benli, M., Eker Gümüş, B., Kahraman, Y., Huck, O., Özcan, M., 2020., Surface characterization and bonding properties of milled polyetheretherketone dental posts. *Odontology*, 108,596-606.
- Benli, M., Eker Gümüş, B., Kahraman, Y., Gökçen-Rohlig, B., Evlioğlu, G., Huck, O., 2020., Surface roughness and wear behavior of occlusal splint materials made of contemporary and high-performance polymers. *Odontology* 108,240-250.
- Beuer, F., Schweiger, J., Edelhoff, D.,2010., CAD/CAM in dentistry: New Materials and Technologies. *Dentistry*, 2(4), 65-72.
- Bezzon, OL., Pedrazzi, H., Zaniquelli, O., da Silva, T., 2004., Effect of casting technique on surface roughness and consequent mass loss after polishing of NiCr and CoCr base metal alloys: a comparative study with titanium. *The Journal of prosthetic dentistry* 92(3),274-277.
- Bitter, K., Meyer-Lueckel, H., Priehn, K., Kanjuparambil, J., Neumann, K., Kielbassa, A., 2006., Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *International endodontic journal* 39(10),809-818.
- Bodden, L., Lümke, N., Köhler, V., Eichberger, M., Stawarczyk, B., 2017., Impact of the heating/quenching process on the mechanical, optical and thermodynamic properties of polyetheretherketone (PEEK) films. *Dental Materials* 33(12),1436-1444.
- Bolla, M. Muller-Bolla, C., Borg, L., Lupi-Pegurier, O., Laplanche, E., 2007., Root canal posts for the restoration of root filled teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1, 56-71.
- Bouillaguet, S., Troesch, S., Wataha, JC., Krejci, I., Meyer, M., Pashley, H., 2003., Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dental Materials* 19(3),199-205.

- Braden, M., Davy, K., Parker, S., Ladizesky, N., Ward, I., 1988., Denture base poly (methyl methacrylate) reinforced with ultra-thin modulus polyethylene fibers. *British dental journal*, 164(4), 109-113.
- Büttel, L., Krastl, G., Lorch, H., Naumann, M., Zitzmann, N., Weiger, R., 2009., Influence of post fit and post length on fracture resistance. *International endodontic journal*, 42(1), 47-53.
- Caballé-Serrano, J., Chappuis, V., Monje, A., Buser, D., Bosshardt, D., 2019., Soft tissue response to dental implant closure caps made of either polyetheretherketone (PEEK) or titanium. *Clinical oral implants research*, 30(8), 808-816.
- Caglar, I., Ates, S., Yeşil, Z., 2019., An in vitro evaluation of the effect of various adhesives and surface treatments on bond strength of resin cement to polyetheretherketone. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), 342-349.
- Cathro, P., Chandler, N., Hood, J., 1996., Impact resistance of crowned endodontically treated central incisors with internal composite cores. *Dental Traumatology*, 12(3), 124-128.
- Cecchin, D., 2013., Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intraradicular post: the effects of post system and dentine thickness. *Journal of biomechanics*, 46(15), 2572-2577.
- Cekic-Nagas, I., Ergun, G., Vallittu, K., Lassila, V., 2008., Influence of polymerization mode on degree of conversion and micropush-out bond strength of resin core systems using different adhesive systems. *Dental materials journal*, 27(3), 376-385.
- Chaijareenont, P., Prakhamsai, S., Silthampitag, P., Takahashi, H., Arksornnukit, M., (2018) Effects of different sulfuric acid etching concentrations on PEEK surface bonding to resin composite. *Dental materials journal*, 37(3), 385-392.
- Cheung, W., 2005., A review of the management of endodontically treated teeth: Post, core and the final restoration. *The Journal of the American Dental Association* 136(5), 611-619.
- Christensen, GJ., 1939., Posts and cores: state of the art. *Journal of the American Dental Association*, 1998;129(1), 96-97.
- Conrad, HJ., Seong, J., Pesun, IJ., 2007., Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 98(5), 389-404.
- Coşkun, A., Yaluğ, S., 2002., Metal desteksiz porselen sistemleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 5(2), 97-102.
- Craig, R., 1985., Restorative dental materials 7th Ed, Mosby Co, St. Louis, Tronto, Princeton, 178-184.
- Das, G., Rana, MH., Khan, SA., Chaudhary, MAG., Sibghatullah, M., Kumar, B., 2022., Assessment of Fracture Resistance of PEEK and Fibre Posts of the Endodontically Treated Teeth. *Materiale Plastice*, 59(1), 56-62.
- Da Silva, R., Raposo, A., Versluis, A., Fernandes-Neto, J., Soares, J., 2010., The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of

- endodontically treated bovine anterior teeth. *The Journal of prosthetic dentistry* 104(5),306-317.
- Dede, M., 2022., Protetik amaçla kullanılan fiberler, efe akademi yayınları, İstanbul., 449-456.
- DeSort, D., 1983., The prosthodontic use of endodontically treated teeth: theory and biomechanics of post preparation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 49(2),203-206.
- Diaz-Arnold, AM., Vargas, MA., Haselton, D., 1999., Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *The Journal of prosthetic dentistry*, 81(2),135-141.
- Diez-Pascual, A., Díez-Vicente, AL. 2015., Nano-TiO₂ reinforced Peek/Pe1 blends as biomaterials for load-bearing implant applications. *ACS applied materials & interfaces*, 7(9),5561-5573.
- Drummond, L., Bapna, MS., 2003., Static and cyclic loading of fiber-reinforced dental resin. *Dental Materials*, 19(3),226-231.
- Dudley, J., 2023., A comparative evaluation of student experience with artificial teeth used in pre-clinical fixed prosthodontics post-core undergraduate teaching programs. *European Journal of Dental Education*, 27(2),306-314.
- Durmuş, G., Oyar, P., 2014., Effects of post core materials on stress distribution in the restoration of mandibular second premolars: a finite element analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*, 112(3),547-554.
- Egilmez, F., Ergun, G., Cekic-Nagas, I., Vallittu, PK., Lassila, V., 2014., Factors affecting the mechanical behavior of Y-TZP. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 37,78-87.
- Elsaka, SE., Elnaghy, AM., 2016., Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dental materials*, 32(7),908-914.
- Ergun, G., Bekir, K., Egilmez, F., Nagas, IC., 2014., Fracture resistance of endodontically treated roots restored with zirconia post and different core materials. *Cumhuriyet Dental Journal*, 17(1),27-31.
- Erik, CE., Küçükeşmen, C., Erik, A., 2018., Estetik Diş Hekimliği Pratiğinde Kullanılan Farklı Tür Fiber Postların Adeziv Rezin Simantasyonu Sonucu Bağlanma Dayanımlarının Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(2),42-47.
- Falahchahi, M., Musapoor, N., Mokhtari, S., Babae Hemmati, Y., Neshandar, H., 2023., Fracture resistance and failure mode of endodontically treated premolars reconstructed by different preparation approaches: Cervical margin relocation and crown lengthening with complete and partial ferrule with three different post and core systems. *Journal of Prosthodontics* 7(3),43-49
- Fasbinder, DJ., 2020., Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent*, 31(9),702-704.
- Fernandes, AS., Dessai, G., 2001., Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *International Journal of Prosthodontics*, 14(4), 355-363.

- Fernandes, AS., Shetty, S., Coutinho, I.,2003., Factors determining post selection: a literature review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 90(6),556-562.
- Ferrari, M., Vichi, A., Grandini, S.,Goracci, C.,2001., Efficacy of a Self-Curing Adhesive--Resin Cement System on Luting Glass-Fiber Posts into Root Canals: An SEM Investigation. *International Journal of Prosthodontics*,14(6), 543-549.
- Ferrari, M., Vichi, A., Mannocci, F., Mason, PN.,2000., Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*,13,9-13.
- Ferrari, M., Scotti, R.,2002., Fiber posts: characteristics and clinical applications. *Roma: Ed Masson*, 12(4),1-5.
- Fontana, P., Bohrer, T., Wandscher, V., Valandro, L., Limberger, I., Kaizer, O., 2019., Effect of ferrule thickness on fracture resistance of teeth restored with a glass fiber post or cast post. *Operative Dentistry*, 44(6),299-308.
- Fraga, R., Chaves, B., Mello, G.,1998., Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. *Journal of oral rehabilitation*, 25(11),809-813
- Fráter, M., Sáry, T., Braunitzer, G., Szabó, PB., Lassil,a L., Vallittu, P., 2021., Fatigue failure of anterior teeth without ferrule restored with individualized fiber-reinforced post-core foundations. *journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 118,104-440.
- Fráter, M., Sáry, T., Néma, V., Braunitzer, G., Vallittu, P., Lassila, L., 2021.,Fatigue failure load of immature anterior teeth: influence of different fiber post-core systems. *Odontology*, 109,222-230.
- Freedman, GA.,2001., Esthetic post-and-core treatment. *Dental Clinics of North America* 45(1),103-116.
- Fredriksson, M., Astbäck, J., Pamenius, M., Arvidson, K.,1998., A retrospective study of236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 80(2),151-157.
- Gateau, P., Sabek, M.,Dailey, B.,1999.,Fatigue testing and microscopic evaluation of postand core restorations under artificial crowns. *The Journal of prosthetic dentistry* ,82(3),341-347.
- Ghavamnasiri, M., Maleknejad, F., Ameri, H., Moghaddas, MJ., Farzaneh F., Chasteen, JE. (2011) A retrospective clinical evaluation of success rate in endodontic-treated premolars restored with composite resin and fiber reinforced composite posts. *Journal of Conservative Dentistry*,14(4),378.
- Giordano, R., 2006., Materials for chairside CAD/CAM–produced restorations. *The Journal of the American Dental Association*, 137,14S-21S.
- Giovani, AR., Vansan, LP., de Sousa Neto, MD., Paulino, SM., 2009., In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. *The Journal of prosthetic dentistry*, 101(3),183-188.
- Giroto, L., Dotto, L, Pereira, R., Bacchi, A., Sarkis-Onofre, R.,2021., Restorative preferences and choices of dentists and students for restoring endodontically treated teeth: a systematic review of survey studies. *The Journal of prosthetic dentistry*, 126(4):489-489. e485.

- Goldberg, A., Burstone, C., 1992., The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dental materials*, 8(3),197-202.
- Goodman, A., Reader, A., Beck, M., Melfi, R., Meyers, W., 1985., An in vitro comparison of the efficacy of the stepback technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 11(6),249-256.
- Goto, Y., Nicholls, JI., Phillips, K. Junge, T.,2005., Fatigue resistance of endodontically treated teeth restored with three dowel-and-core systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 93(1),45-50.
- Göhring, N., Peters, A.,2003.,Restoration of endodontically treated teeth without posts. *American journal of dentistry*, 16(5),313-317.
- Gracis, S., Thompson, P.,Ferencz, J, Silva, R., Bonfante, A., 2015., A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of prosthodontics*, 28(3), 227-235.
- Grandini, S., Goracci, C., Monticelli, F., Tay, R., Ferrari, M., 2005., Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dental Materials*, 21(2),75-82.
- Guo, H., Wang, .Y, Zhao, Y., Liu, H., 2020., Computer-aided design ofpolyetheretherketone for application to removable pediatric space maintainers. *BMC Oral Health*, 20,1-10.
- Güven, Ç., Dayan, Ç., Yıldırım, G., Mumcu, E., 2020., Custom and prefabricated PolyEtherKetoneKetone (PEKK) post-core systems bond strength: Scanning electron microscopy evaluation. *Microscopy Research and Technique*, 83(7),804-810.
- Habibzadeh, S., Rajati, HR., Hajmiragha, H., Esmailzadeh, S., Kharazifard, M.,2017., Fracture resistances of zirconia, cast Ni-Cr, and fiber-glass composite posts under all-ceramic crowns in endodontically treated premolars. *The journal of advanced prosthodontics*, 9(3),170-175.
- Hallmann, L., Mehl, A., Sereno, N., Hämmerle. CH., 2012., The improvement of adhesive properties of PEEK through different pre-treatments. *Applied Surface Science*, 258(18),7213-7218
- Hamza, A., Rosenstiel, F., Elhosary, M., Ibraheem, M.,2004., The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, 91(3),258-264.
- Haralur, SB., 2021., Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with various esthetic posts. *Technology and Health Care*, 29(2),243-252.
- Henriques, B., Fabris, D., Mesquita-Guimarães, J., Sousa, A., Hammes, N., Souza, C.,2018., Influence of laser structuring of PEEK, PEEK-GF30 and PEEK-CF30 surfaces on the shear bond strength to a resin cement. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 84,225-234.
- Hochman, N., Zalkind, M., 1999., New all-ceramic indirect post-and-core system. *The Journal of prosthetic dentistry*, 81(5),625-629

- Huang, G., Schilder, H., Nathanson, D., 1992., Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *Journal of endodontics*,18(5),209-215.
- Hudis, SI., Goldstein, GR., 1986., Restoration of endodontically treated teeth: a review of the literature. *The Journal of prosthetic dentistry*, 55(1),33-38.
- Iemsaengchairat, R., Aksornmuang, J., 2022., Fracture resistance of thin wall endodontically treated teeth without ferrules restored with various techniques. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(4),670-679.
- Jotkowitz, A., Samet, N., 2010., Rethinking ferrule—a new approach to an old dilemma.*British dental journal*, 209(1),25-33.
- Juloski, J.,Apicella, D., Ferrari, M., 2014., The effect of ferrule height on stress distribution within a tooth restored with fibre posts and ceramic crown: a finite element analysis. *Dental Materials*, 30(12),1304-1315.
- Juloski, J., Radovic, I., Goracci, C., Vulicevic, R., Ferrari, M., 2012., Ferrule effect: a literature review. *Journal of endodontics*, 38(1):11-19.
- Kaplowitz, GJ., 1990.,Evaluation of Gutta-percha solvents. *Journal of endodontics* 16(11),539-540.
- Karaçolak, G.,Türkün, Ş., 2015., Geçmişten günümüze postlar, Yapıştırıcı postlar ve kor materyalleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25(3).
- Khan, A., Zafar, S., Fareed, A., AlMufareh, A., Alshehri, F. AlSunbul, H., 2023., Fiber-reinforced composites in dentistry—An insight into adhesion aspects of the material and the restored tooth construct. *Dental Materials* 39,141-151.
- Kıvanç, B., Alaçam, T., Ulusoy, Ö., Genç, Ö. Görgül, G., 2009., Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. *International endodontic journal* 42(11),997-1003.
- Kinney, J., Balooch, M., Marshall, S., Marshall, G., Weihs, T., 1996., Hardness and Young's modulus of human peritubular and intertubular dentine. *Archives of Oral Biology*, 41(1),9-13.
- Komada, W., Miura, H., Okada, D., Yoshida, K., 2006., Study on the fracture strength of root reconstructed with post and core: alveolar bone resorbed case. *Dental Materials Journal*, 25(1):177-182.
- Koutayas, O., Kern, M., 1999., All-ceramic posts and cores: the state of the art. *Quintessence international*, 30(6).
- Kovarik, E., Breeding, C., Caughman, WF., 1992., Fatigue life of three core materials under simulated chewing conditions. *The Journal of prosthetic dentistry*, 68(4),584-590.
- Krejci, I., Duc, O., Dietschi, D., de Campos, E., 2003., Marginal adaptation, retention and fracture resistance of adhesive composite restorations on devital teeth with and without posts. *Operative dentistry*, 28(2),127-135.

- Kul, E., Yanıkoğlu, N., Yeter, Y., Bayındır, F., Sakarya, E., 2020., A comparison of the fracture resistance of premolars without a ferrule with different post systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(3),521-525.
- Kwiatkowski, J., Geller, W., 1989., A preliminary consideration of the glass-ceramic dowel post and core. *International Journal of Prosthodontics*, 2(1), 51-55.
- Lassila, LV., Tezvergil, A., Lahdenperä, M., Alander, P., Shinya, A., Shinya, A., 2005., Evaluation of some properties of two fiber-reinforced composite materials. *Acta Odontologica Scandinavica*, 63(4),196-204.
- Lazari, C., de Carvalho, A., Cury, B., Magne, P., 2018., Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material. *The Journal of prosthetic dentistry* , 119(5),769-776.
- Lee, S., Shin, S., Lee, Y., Ryu, J., Shin, W., 2017., Shear bond strength of composite resin to high performance polymer PEKK according to surface treatments and bonding materials. *The journal of advanced prosthodontics*, 9(5),350-357.
- Li, P., Hasselbeck, D., Unkovskiy, A., Sharghi, F., Spintzyk, S., 2020., Retentive Characteristics of a Polyetheretherketone Post-Core Restoration with Polyvinylsiloxane Attachments. *Polymers*, 12(9),2005.
- Libman, WJ., Nicholls, JI., 1995., Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *International Journal of Prosthodontics*, 8(2).
- Lima, O., Ferretti, A., Caldas, A., Barão, R., França, G., Lima, L., 2023., Application of polyetheretherketone (PEEK) posts: evaluation of fracture resistance and stress distribution in the root: in vitro and finite element analyses. *Brazilian Oral Research*, 37,047.
- Liu, P., Deng, L., Wang, Z., 2010., Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry*, 103(6),330-333.
- Luthardt, G., Holzhüter, S., Rudolph, H., Herold, V., Walter, H., 2004., CAD/CAM-machining effects on Y-TZP zirconia. *Dental Materials*, 20(7),655-662.
- Madani, S., Bagheri, H., Jarahi, N., Zarch, H., Ahmadi, M., 2023., Effect of central cavity depth and ferrule on the mechanical retention of endo-crowns. *Journal of Dental Materials & Techniques*,12(1), 35-42.
- Madfa, A., Al-Hamzi, A., Al-Sanabani, A., Al-Qudaimi, H., Yue, G., 2015., FEA of cemented glass fiber and cast posts with various dental cements in a maxillary central incisor. *Springerplus*, 4(1),1-8.
- Malferrari, S., Monaco, C., Scotti, R., 2003., Clinical Evaluation of Teeth Restored with Quartz Fiber--Reinforced Epoxy Resin Posts. *International Journal of Prosthodontics* 16(1), 39-44.
- Manfredi, M., Figini, L., Gagliani, M., Lodi, G., 2016., Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (12).

- Mannocci, F., Sherriff, M., Watson, F., 2001., Three-point bending test of fiber posts. *Journal of Endodontics*, 27(12),758-761.
- Marchi, G., Mitsui, F., Cavalcanti, A., 2008., Effect of remaining dentine structure and thermal-mechanical aging on the fracture resistance of bovine roots with different post and core systems. *International endodontic journal*, 41(11),969-976.
- Martínez-González, A., Amigó-Borrás, V., Fons-Font, A., Selva-Otaolaurruchi, E., Labaig-Rueda, C., 2001., Response of three types of cast posts and cores to static loading. *Quintessence International*, 32(7).
- Martinez-Insua, A., Da Silva, L., Rilo, B., Santana, U., 1998., Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *The Journal of prosthetic dentistry*, 80(5),527-532.
- Meng, Q., Chen, Y., Guang, H., Yip, H., Smales, R., 2007., The effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post-and-core materials. *Operative Dentistry* 32,595-601
- Mishra, P., Mantri, S., Deogade, S., Gupta, P., 2025., Richmond crown: A lost state of art. *Int J Dent Health Sci*, 2(2),448-453.
- Miura, H., Yoshii, S., Fujimoto, M., Washio, A., Morotomi, T., Ikeda, H., 2021., Effects of both fiber post/core resin construction system and root canal sealer on the material interface in deep areas of root canal. *Materials*, 14(4),982.
- Morgano, M., Brackett, E., 1999., Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *The Journal of prosthetic dentistry*, 82(6),643-657.
- Morgano, M., Milot, P., 1993., Clinical success of cast metal posts and cores. *The Journal of prosthetic dentistry*, 70(1),11-16.
- Morón, D., 2014., The ferrule effect: An important aspect of rehabilitation involving using fiber posts. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 71(3),120-123.
- Mou, B., Chen, M., Smales, J., Yip, K., 2009., Optimum post and tooth root diameters for a cast post-core system. *American journal of dentistry*, 22(5),311-314.
- Myers, L., Ergle, W., Fairhurst, W., Ringle, D., 1994., Fatigue failure parameters of IPS-Empress porcelain. *International Journal of Prosthodontics*, 7(6),549-553.
- Najeeb, S., Khurshid, Z., Matinlinna, P., Siddiqui, F., Nassani, Z., Baroudi, K., 2015., Nanomodified peek dental implants: Bioactive composites and surface modification A review. *International journal of dentistry*, doi.org/10.1155/2015/381759
- Nanda, S., Nanda, T., Yadav, K., Sikka, N., 2015., Fibre post & all ceramic crown a simple approach to the perfect smile. *Sch J Dent Sci*, 2,247-249.
- Naumann, M., Blankenstein, F., Dietrich, T., 2005., Survival of glass fibre reinforced composite post restorations after 2 years an observational clinical study. *Journal of dentistry*, 33(4),305-312

- Naumann, M., Schmitter, M., Frankenberger, R., Krastl, G., 2018., "Ferrule comes first. Post is second!" Fake news and alternative facts? A systematic review. *Journal of Endodontics*, 44(2),212-219.
- Nieminen, T., Kallela, I., Wuolijoki, E., Kainulainen, H., Hiidenheimo, I., Rantala, I., 2008., Amorphous and crystalline polyetheretherketone: Mechanical properties and tissue reactions during a 3-year follow-up. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 84(2),377-383.
- O'Keefe, L., Miller, H., Powers, M., 2000., In vitro tensile bond strength of adhesive cements to new post materials. *International Journal of Prosthodontics*, 13(1),47-51.
- Ozarslan, M., Buyukkaplan, S., Ozarslan, M., 2021., Comparison of the fracture strength of endodontically treated teeth restored with polyether ether ketone, zirconia and glass-fiber post-core systems. *International Journal of Clinical Practice*, 79(9), doi.org/10.1111/ijcp.14440
- Özkurt, Z., Iseri, U., Kazazoglu, E., 2010., Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dental materials journal*, 29(3),233-245.
- Pantaleón, S., Morrow, R., Cagna, R., Pameijer, H., Garcia-Godoy, F., 2018., Influence of remaining coronal tooth structure on fracture resistance and failure mode of restored endodontically treated maxillary incisors. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119(3),390-396.
- Pereira, R., De Ornelas, F., Conti, R., Do Valle, L., 2006., Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95(1),50-54.
- Peroz, I., Blankenstein, F., Lange, P., Naumann, M., 2005., Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence international*, 36(9), 736-746.
- Perumal, P., Chander, N., Anitha, V., Reddy, R., Muthukumar, B. Makade, S., 2011., A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems-an in-vitro study. *The journal of advanced prosthodontics* 8(3),90-95.
- Pierrisnard, L., Bohin, F., Renault, P., Barquins, M., 2002., Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*, 88(4),442-448.
- Pourkhalili, H., Maleki, D., 2022., Fracture resistance of polyetheretherketone, Ni-Cr, and fiberglass postcore systems: An in vitro study. *Dental Research Journal*, 19, doi.org/10.4103%2F1735-3327.338783
- Purton, D., Payne, J., 1996., Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence International*,27(2).
- Qualtrough, A., Mannocci, F., 2003., Tooth-colored post systems: a review. *Operative dentistry*, 28(1),86-91.

- Qin, L., Yao, S., Zhao, J., Zhou, C., Oates, W., Weir, D., 2021., Review on development and dental applications of polyetheretherketone-based biomaterials and restorations. *Materials*, 14(2),408-501.
- Qing, H., Zhu, Z., Chao, Y. Zhang, W., 2007., In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 97(2),93-98.
- Rahmitasari, F., Ishida, Y., Kurahashi, K., Matsuda, T., Watanabe, M., Ichikawa, T., 2017 PEEK with reinforced materials and modifications for dental implant applications. *Dentistry journal*, 5(4),35.
- Raigrodski, J., 2004., Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *The Journal of prosthetic dentistry*, 92(6),557-562.
- Reagan, E., Fruits, J., Van Brunt, L., Ward, K., 1999., Effects of cyclic loading on selected post-and-core systems. *Quintessence international*, 30(1),61-67.
- Ring, M., 1989., Oddments in dental history: maxillo-facial prosthetics over a century ago. *Bulletin of the history of dentistry*, 37(1),61-63.
- Rinke, S., Zuck, T., Hausdörfer, T., Leha, A., Wassmann, T. Ziebolz, D., 2022., Prospective clinical evaluation of chairside-fabricated zirconia-reinforced lithium silicate ceramic partial crowns 5-year results. *Clinical Oral Investigations*, 26(2),1593-1603.
- Robbins, W., 1990., Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. *The Journal of the American Dental Association*, 120(5),558-566.
- Roscoe, G., Noritomi, Y., Novais, R., Soares, J., 2013., Influence of alveolar bone loss, post type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary canines: strain measurement and stress distribution. *The Journal of prosthetic dentistry*, 110(2),116-126.
- Rosenstiel, F., Land, M., Fujimoto, J., Cockerill, J., 2001., Contemporary Fixed Prosthodontics. St. Louis. Mosby, Inc 2001;2001,380-416.
- Rosentritt, M., Fürer, C., Behr, M., Lang, R. Handel, G., 2000., Comparison of in vitro fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27(7),595-601.
- Rosentritt, M., Preis, V., Behr, M., Sereno, N. Kolbeck, C., 2015., Shear bond strength between veneering composite and PEEK after different surface modifications. *Clinical oral investigations*, 19,739-744.
- Sabancı, A., Ayşenur, D., Altındal, D., Çalışır, M., Demir, H., Aydın, G., 2022., Diş Hekimliği: Kavramlar, Araştırmalar ve Uygulama. *Livre de Lyon*
- Sadek, T., Goracci, C., Monticelli, F., Grandini, S., Cury, H., Tay, F., 2006., Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. *Journal of Endodontics* 32(12),1174-1177.
- Sannino, G., Germano, F., Arcuri, L., Bigelli, E., Arcuri, C., Barlattani, A., 2014., Cerec CAD/CAM chairside system. *ORAL & implantology*,7(3),57.

- Santos-Filho, F., Veríssimo, C., Soares, V., Saltarelo, C., Soares, J. Martins, M., 2014 Influence of ferrule, post system, and length on biomechanical behavior of endodontically treated anterior teeth. *Journal of endodontics*, 40(1),119-123.
- Sarkis-Onofre, R., de Castilho Jacinto, R., Boscato, N., Cenci, S., Pereira-Cenci, T., 2014., Cast metal vs. glass fibre posts: a randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *Journal of dentistry*, 42(5),582-587.
- Sen, N., Tuncelli, B., 2017., CAD/CAM Restorasyonlarının Üretimi İçin Kullanılan Materyaller. *Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*,23(2),109.
- Sen, N., Us, O., 2018., Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*,119(4),593-599.
- Schiavetti, R., Sannino, G., 2012., In vitro evaluation of ferrule effect and depth of post insertion on fracture resistance of fiber posts. *Computational and mathematical methods in medicine*, doi.org/10.1155/2012/816481
- Schmidlin, R., Stawarczyk, B., Wieland, M., Attin, T., Hämmerle, H., Fischer, J., 2010., Effect of different surface pre-treatments and luting materials on shear bond strength to PEEK. *Dental materials*, 26(6),553-559.
- Schwitalla, D., Abou-Emara, M., Zimmermann, T., Spintig, T., Beuer, F., Lackmann, J., 2016., The applicability of PEEK-based abutment screws. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 63,244-251.
- Shetty, T., Bhat, G., Shetty, P., 2005., Aesthetic postmaterials. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 5(3),122-125.
- Shillingburg, H., Sather, D., Wilson, E., Cain, J., Mitchel, D., Blanco, L., 2012., Fundamentals of fixed prosthodontics 4th Ed. Chicago. Quintessence, 119(130),299-345.
- Shillingburg, T., Hobo. S., Whitsett, D., Jacobi, R., Brackett, S., 1997., Fundamentals of fixed prosthodontics. Quintessence Publishing Company Chicago, IL, USA;450-523.
- Sidoli, E., King, A., Setchell, J., 1997., An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *The Journal of prosthetic dentistry*, 78(1),5-9.
- Sirimai, S., Riis, N., Morgano, M., 1999., An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 81(3),262-269.
- Skirbutis, G., Dzingutė, A., Masiliūnaitė, V., Šulcaitė, G., Žilinskas, J., 2017., A review of PEEK polymer's properties and its use in prosthodontics. *Stomatologija*,19(1),19-23.
- Skupien, J., Luz, M., Pereira-Cenci, T., 2016., Ferrule effect: a meta-analysis. *JDR Clinical & Translational Research*,1(1):31-39.
- Smith, T., Schuman, J., Wasson, W., 1998., Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: a guide for the restorative dentist. *Quintessence international*, 29(5).

- So, K., 1999., All-ceramic posts and cores: the state of the art. *Quintessence int* 30,383-392.
- Sokol, J., 1984., Effective use of current core and post concepts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 52(2),231-234.
- Soliman, M., Alshamrani, L., Yahya, B., Alajlan, G., Aldegheishem, A., Eldwakhly, E., 2021., Monolithic Endocrown Vs. Hybrid Intraradicular Post/Core/Crown Restorations for Endodontically Treated Teeth; Cross-sectional Study. *Saudi journal of biological sciences*, 28(11),6523-6531.
- Song, H., Choi, W., Jeon, C., Jeong, M., Lee, H., Kang, S., 2018., Comparison of the microtensile bond strength of a polyetherketoneketone (PEKK) tooth post cemented with various surface treatments and various resin cements. *Materials*, 11(6),916.
- Sorensen, A., Engelman, J., 1990., Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 63(5),529-536.
- Sorensen, A., Martinoff, T., 1984., Intracoronar reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 51(6),780-784.
- Standlee, J., Caputo, A., Holcomb, J., 1982., The Dentatus screw: comparative stress analysis with other endodontic dowel designs. *Journal of oral rehabilitation*, 9(1),23-33.
- Stankiewicz, N., Wilson, P., 2002., The ferrule effect: a literature review. *International endodontic journal*, 35(7),575-581.
- Stawarczyk, B., Eichberger, M., Uhrenbacher, J., Wimmer, T., Edelhoff, D., Schmidlin, R., 2015., Three-unit reinforced polyetheretherketone composite FDPs: influence of fabrication method on load-bearing capacity and failure types. *Dental materials journal* 34(1),7-12.
- Stawarczyk, B., Jordan, P., Schmidlin, R., Roos, M., Eichberger, M., Gernet, W., 2014., PEEK surface treatment effects on tensile bond strength to veneering resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, 112(5),1278-1288.
- Stawarczyk, B., Keul, C., Eichberger, M., Figge, D., Edelhoff, D., Lümke, N., 2017., Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. *Quintessence international*, 48(5), 369-380.
- Steiner, M., Mitsias, E., Ludwig, K., Kern, M., 2009., In vitro evaluation of a mechanical testing chewing simulator. *Dental materials*, 25(4):494-499.
- Stephen, C., Richard, C., 2002., Orofacial Dental Pain Emergencies. Pathways of the pulp 8th ed., Mosby, 61-68
- Stockton, W., 1999., Factors affecting retention of post systems: a literature review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 81(4),380-385.
- Strassler, E., Cloutier, C., 1995., A new fiber post for esthetic dentistry. *Compendium of continuing education in dentistry*, 2003;24(10),742.

- Streacker, B., Geissberger, M., 2007., The milled ceramic post and core: A functional and esthetic alternative. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(6),486-487.
- Sugano, K., Komada, W., Okada, D., Miura, H., 2020., Evaluation of composite resin core with prefabricated polyetheretherketone post on fracture resistance in the case of flared root canals. *Dental Materials Journal*, 39(6),924-932.
- Sulaiman, F., Chai, J., Wozniak, T., 1997., A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera crowns. *International Journal of Prosthodontics*, 10(5),478-484.
- Sun, Q., Chen, L., Tian, L., Xu, B., 2013., Single-tooth replacement in the anterior arch by means of a cantilevered IPS e. max Press veneer-retained fixed partial denture: case series of 35 patients. *International Journal of Prosthodontics*, 26(2),181-187.
- Tan, L., Aquilino, A., Gratton, G., Stanford, M., Tan, C., Johnson, T., 2005., In vitro fracture resistance of endodontically treated central incisors with varying ferrule heights and configurations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 93(4):331-336.
- Tay, R., Pashley, H., 2007., Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *Journal of endodontics*, 33(4),391-398.
- Teixeira, K., Duque, T., Maia, H., Gonçalves, T., 2020., Fracture resistance and failure mode of custom-made post-and-cores of polyetheretherketone and nano-ceramic composite. *Operative dentistry*, 45(5),506-515.
- Toksavul, S., Toman, M., Uyulgan, B., Schmage, P., Nergiz, I., 2005., Effect of luting agents and reconstruction techniques on the fracture resistance of pre-fabricated post systems. *Journal of Oral Rehabilitation* 2005, 32(6),433-440.
- Topçuoğlu, S., Demirbuga, S., Tuncay, Ö., Pala, K., Arslan, H., Karataş, E., 2014., The effects of Mtwo, R-Endo, and D-RaCe retreatment instruments on the incidence of dentinal defects during the removal of root canal filling material. *Journal of Endodontics* 40(2),266-270.
- Toth, M., Wang, M., Estes, T., Scifert, L., Seim, B., Turner, S., 2006., Polyetheretherketone as a biomaterial for spinal applications. *Biomaterials* 27(3),324-334.
- Trabert, C., Cooney, P., 1984., The endodontically treated tooth. Restorative concepts and techniques. *Dent Clin North Am*, 28(4),923-951.
- Tunjan, R., Rosentritt, M., Sterzenbach, G., Happe, A., Frankenberger, R., 2012., Are endodontically treated incisors reliable abutments for zirconia-based fixed partial dentures in the esthetic zone. *Journal of endodontics*, 38(4),519-522.
- Torbjörner, A., Fransson, B., 2004., A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *International Journal of Prosthodontics*, 17(3).
- Türkeş, E., Gürtekin, B., Gökçe, B., 2018., Fiber ağların farklı pozisyonlarda kompozit materyaline uygulanmasının restorasyonun kırılma direncine etkisi. *Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*, 24(1),1-8.
- Tsukahara, R., Komada, W., Oishi, S., Yoshimatsu, S., Miura, H., Fueki, K., 2023., Fracture strength of flared root canals reinforced using different post and core materials. *Journal of Prosthodontics*, 32(7),639-645.

- Tjan, H., Whang, B., 1985., Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 53(4):496-500.
- Van Noort, R., 2012., The future of dental devices is digital. *Dental materials*, 28(1),3-12.
- Vichi, A., Grandini, S., Ferrari, M., 2001., Clinical procedure for luting glass-fiber posts. *Journal of Adhesive Dentistry*, 3(4),353-359.
- Wilson, H., Setcos, C., Dummer, M., Gorman, G., Hopwood, A., Saunders, P., 1997., A split-shank prefabricated post system: A critical multidisciplinary review. *Quintessence International*, 28(11),737-743.
- Xible, A., de Jesus Tavarez, R., de Araujo, P., Bonachela, C., 2006., Effect of silica coating and silanization on flexural and composite-resin bond strengths of zirconia posts: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, ;95(3),224-229.
- Yang, A., Lamichhane, A., Xu, C., 2015., Remaining coronal dentin and risk of fiber-reinforced composite post-core restoration failure: a meta-analysis. *International Journal of Prosthodontics*, 28(3),258-264.
- Yeğin, C., Eken, R., Eroğlu, G., 2016., Endodontik Tedavisi Yapılmış Dişlerde, Farklı Tip Postların Farklı Simanlar Kullanılarak Yapıştırıldıktan Sonra Kırılma Dirençlerinin İn-Vitro Olarak Karşılaştırılması. *Van Tıp Dergisi*, 23(1),63-68.
- Yokoyama, D., Shinya, A., Gomi, H., Vallittu, K., Shinya, A., 2012., Effects of mechanical properties of adhesive resin cements on stress distribution in fiber-reinforced composite adhesive fixed partial dentures. *Dental materials journal*, 31(2),189-196
- Zeighami, S., Mirmohammadrezaei, S., Safi, M., Falahchai, M., 2017., The Effect of Core and Veneering Design on the Optical Properties of Polyether Ether Ketone. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*, 25(4),201-208.
- Zhi-Yue, L., Yu-Xing, Z., 2003., Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. *The Journal of prosthetic dentistry*, 89(4),368-373.
- Zhou, L., Wang, Q., 2013., Comparison of fracture resistance between cast posts and fiber posts: a meta-analysis of literature. *Journal of Endodontics*;39(1),11-15.

EKLER

EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ Graduate School of Health Sciences		
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU ¹		
Öğrencinin Adı ve Soyadı	Basak Topdağı	
Öğrencinin Numarası		
Ana Bilim Dalı	Protetik Diş Tedavisi	
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Doktora	
Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi hâlde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.		
Bölümler	Benzerlik Oranı	Maksimum Benzerlik Oranları
I. Giriş	%1	% 15
II. Genel Bilgiler	%29	% 35
III. Materyal ve Metod	%11	% 35
IV. Bulgular	%11	% 15
V. Tartışma	%2	% 20
Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'ten büyük olmaması gerekir.		

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Sayı : 34

01.06.2021

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

24.05.2021 tarih ve 41 sayılı yazınız ekinde gönderilen ve Prof. Dr. Funda BAYINDIR'ın danışmanlığında doktora öğrencilerinden Arş. Gör. Başak TOPDAĞI'nın birlikte hazırladıkları "*Güncel Post Materyallerinin (PEEK, Fiber, Döküm Metal) Farklı Ferrule Koşullarında Kırılma Dayanımlarının İncelenmesi*" başlıklı Doktora tezine ait etik kurul başvurusu kurulumuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.

Eki: Etik Kurul Kararı

Adres: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı ERZURUM
Tel : (442) 2360942



T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 01/06/2021

Oturum Sayısı: 05/ 2021

KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	<i>Prof. Dr. Funda BAYINDIR</i> <i>Arş. Gör. Başak TOPDAĞI</i>
Araştırmanın Açık Adı	<i>Güncel Post Materyallerinin (PEEK, Fiber, Döküm Metal) Farklı Ferrule Koşullarında Kırılma Dayanımlarının İncelenmesi</i>
Karar No	34.
Alınan Karar	Prof. Dr. Funda BAYINDIR'ın danışmanlığında doktora öğrencilerinden Arş. Gör. Başak TOPDAĞI'nın birlikte hazırladıkları " <i>Güncel Post Materyallerinin (PEEK, Fiber, Döküm Metal) Farklı Ferrule Koşullarında Kırılma Dayanımlarının İncelenmesi</i> " başlıklı Doktora tezi Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılmak şartıyla; kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına mevcudun oybirliği ile karar verildi.