



Karbon , Cam ve Quartz Fiber Postların Geleneksel Ve Dual Cure Simanlar İle Bağlanması Üzerinde Yüze İşlemlerinin Etkisi

Effect Of Surface Treatments On The Bonding Of Carbon, Glass And Quartz Fiber Posts With Conventional And Dual Cure Cements

Ceren ÇAKAR GÜLER¹ , Nuran YANIKOĞLU² 

ÖZ

Post materyalinin elastik modülünün kök-kanal dentinine yakın olması, kanal morfolojisine uygunluğu, kırılabilirliği ve biyouyumluluğu; kök-kanal dentini içerisinde oluşabilecek kırıklara karşı direnci etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı; 3 çeşit fiber postun (Karbon fiber, Cam fiber, Quartz fiber) çeşitli yüze işlemlerinin; CIS ve rezin siman ile olan bağlanmasını incelemektir. Hem yüze işlemlerinin hem de geleneksel simanlar ile rezin simanın bağlanmadaki etkinliği karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada 3 çeşit fiber posta (karbon, cam, quartz) değişik yüze işlemleri yapılarak 2 farklı siman (rezin siman ve cam iyonomer siman) ile bağlantısı incelenmiştir. Postların simana bağlanma mukavemetleri push out testi kullanılarak Universal test cihazı ile ölçüldü. Veriler 2 yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edildi. Post malzemeleri ve 4 yüze işleme tekniği arasında karşılaştırma için post hoc Tukey aralıkları hesaplanmıştır. Tüm yüze işlemleri tüm postlarda olumlu etki göstermiştir. Bağlanma mukavemeti üzerinde en önemli etkiyi daima Al₂O₃ tozu ile kumlama işlemi vermiştir. Resin simanlar ile yapıştırılan gruplarda bağlanma mukavemeti daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fiber post, siman, adezyon, bağlanma dayanımı

ABSTRACT

The elastic modulus of the post material is close to the root canal dentin, its suitability for the canal morphology, its fragility and biocompatibility; it affects the resistance to fractures that may occur within the root canal dentin. The purpose of this study; various surface treatments of 3 types of fiber posts (Carbon fiber, Glass fiber, Quartz fiber); to examine the bonding of CIS and resin cement. The bonding effectiveness of both surface treatments and traditional cements and resin cement was compared. In this study, the connection of 3 types of fiber posts (carbon, glass, quartz) with 2 different cements (resin cement and glass ionomer cement) was examined by applying different surface treatments. The bond strength of the posts to the cement was measured with a Universal testing device using the push out test. Data were analyzed by 2-way analysis of variance (ANOVA). Post hoc Tukey intervals were calculated for comparison between post materials and 4 surface treatment techniques. All surface treatments had a positive effect on all posts. The most significant effect on bond strength has always been sandblasting with Al₂O₃ powder. Bond strength was reported to be higher in groups bonded with resin cements.

Keywords: Fiber post, cement, adhesion, bond strength

¹ Öğr.Gör., Ceren ÇAKAR GÜLER , Protetik Diş Tedavisi, Bingöl Üniversitesi ,cerencakar12@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-6931-6375

² Prof.Dr., Nuran YANIKOĞLU, Protetik Diş Tedavisi, Atatürk Üniversitesi, nyanikoglu@gmail.com, ORCID No: 0000-0001-7677-1248

İletişim/Corresponding Author:

Ceren ÇAKAR GÜLER

Geliş Tarihi/Received : 25.11.2023

E-posta/E-mail:

cerencakar12@gmail.com

Kabul Tarihi/Accepted: 16.12.2023

Yayın Tarihi/Published: 31.12.2023

GİRİŞ

Dental kök kanal postlarının temel amacı, büyük oranda kron harabiyeti olan kök kanal tedavisi yapılmış dişlerde koronal restorasyonun devamlılığını sağlamaktır (1). Kök kanal tedavisi sonrası koronal yapının restore edilebilmesi için çok farklı sayıda teknik ve materyal tavsiye edilmiştir (2). Metal yapıdan prefabrik ve döküm postlar uzun süredir diş hekimleri tarafından kullanılmaktadır (3). Yakın geçmişte diş rengine benzer postlara olan ihtiyaca karşılık olarak birkaç çeşit metal olmayan post üretimi yapılmıştır (3). Bu post sistemleri karbon fiberle güçlendirilmiş epoksi rezin postlar, quartz veya cam fiberlerle güçlendirilmiş epoksi veya metakrilat rezin postlar, zirkonya postlar ve polietilen fiber ilaveli postlar olarak sınıflandırılabilir (4).

Günümüzde, estetiğe ve metal içermeyen restorasyonlara olan ilgi ve ihtiyacın artışıyla fiber postların kullanımı da bunlarla paralel olarak artış göstermiştir (5,6). Doğal dişlerle aynı renkteki fiber postların diş kökü ve dişeti boyunca ışığı iletmesi, metal içerikli prefabrik postların korozyon etkisinin yok edilmesi ve retreatment gerekli durumlarda kanaldan kolay bir şekilde çıkarılması önemli avantajları arasındadır (7-9). Fiber postların diğer bir post sistemi olan metal prefabrik postlara göre en büyük avantajı doğal diş dentinine daha yakın olan elastik modülüdür (10). Bu postların diş dentinine yakın olan elastikliğe (~20GPa) sahip oluşu ve bu özellikle beraber kökte uygun bir stres dağılımını sağlaması ile kök kırığı oluşumu riskini azaltılmış olur (11,12). Fiber postlar zaman ve maliyet açısından diş hekimlerinin daha az efor sarfetmelerine yardımcı olurlar (7,13). Buna rağmen fiber postlarla ilgili uzun vadeli klinik çalışma azlığından dolayı dikkatli olmak gereklidir (14). Fiberle güçlendirilmiş rezin postların dişle olan bağlantısı sadece sertlik ve eğilme mukavemeti gibi mekaniksel özelliklerle değil bunla beraber post, siman ve dentin arasındaki bağlarla da ilişkilidir (15).

Kompozit çekirdeğin prefabrik postlara tutulması birkaç faktörden etkilenmektedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir,

- Posta uygulanan yüzey işlemi,
- Post şeklinin tasarımı,
- Post ve kompozit rezin simanın yapıldığı materyal (7,16).

Kanal tedavisi görmüş dişleri restore edebilmek için post ve siman arasında ideal bir bağlantı gereklidir (15). Bu fiber postların dayanıklılığı, kor materyal ile rezidüel dentin ve kor materyali ile post materyali arasındaki kuvvetli bağın var olmasına ve bu da ara yüzeylerde fonksiyonel kuvvetler altında oluşacak olan streslerin dengeli bir şekilde dağılımına yardımcı olur (16-18). Retansiyon, postun tipine, siman materyaline ait özelliklere ve simanın dentin ve post ile olan bağlantısına bağlıdır (19).

Diş kökü, post ve kor materyalinin arayüzlerindeki bağlantının güçlü olması postkor materyalinin klinik başarısı üzerinde büyük öneme sahiptir (20). İnce duvara sahip kök kanal tedavisi görmüş dişlerde; köke gelen kuvvetin eşit dağılımını sağlamak için fiber post ile rezin simanın bağlantısının güçlendirilmesi ve bu sayede tek parça olarak devamlılığın sağlanması tavsiye edilmiştir (21,22). Yüzey işlemleri iki farklı bileşen arasında mekanik ve kimyasal olarak tutunmaya yardımcı olmak adına malzemenin yapışma özelliği üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (23). Hem kimyasal hem de mikromekanik bağlantı kuvvetini arttırmak için genelde yüzey işlemleri önerilmektedir (7). Tavsiye edilen en az üç yüzey işlemi vardır, bunlar; havadaki partikül aşınması ile yüzey pürüzlendirme işlemi, kimyasal uygulanması sonucunda yüzeyi pürüzlendirme ve kimyasal işlemle birlikte silan uygulanması ile yüzeyin pürüzlendirilmesidir (24-32). İn vivo ve in vitro çalışmalarda fiber post-kor restorasyonlarının büyük oranda karşılaşılan başarısızlık nedeninin fiber post ve rezin siman arasındaki bağın kopması nedeniyle kök kanal dentini arayüzüne bağlanma sorunu olduğu sonucuna varılmıştır (11, 24, 27). Çalışmada yokluk hipotezi, yüzey işlemlerinin hiçbirinin siman ile post bağlantısını

etkilemediğini belirtirken, alternatif hipotez en az bir yüzey işleminin siman ile post bağlantısını etkileyebileceğini öngörmektedir. Bu hipotezler, farklı yüzey işlemlerinin farklı simanlarla birlikte kullanıldığında bağlantı üzerindeki etkilerini test etmeyi amaçlamaktadır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmamız; Atatürk Üniversitesi 10725 nolu BAP projesi kapsamında desteklendi. Bu çalışmada 3 çeşit fiber postun (Karbon fiber, Cam fiber, Quartz fiber) çeşitli yüzey işlemlerinin; CIS ve rezin siman ile olan bağlanmasına bakıldı. Dış köklerini taklit etmek için 168 adet kompozit silindir elde edildi. Bu kompozit silindirler şeffaf plastik bir kalıpta tabakalandırma tekniği ve her kesit için kompozit kullanılarak elde edildi.

Önce bloklar hazırlanıp sonra postlar gömüldü. Elde edilen kompozit silindirlerin merkezine ve uzun eksenine dik olarak post sistemine göre daha küçük çaplı alev uçlu elmas frezler ile su soğutma altında boşluk sonrası hazırlık için bir taslak hazırlandı. Bu arada çatlaklı numuneler çalışma dışı bırakıldı. Kompozit bloklar, itme testi sırasında çalışma konforu ve destek sağlanması için otopolimerize akrilik bloklara gömüldü. Elde edilen 168 örnek, farklı post sistemleri uygulamak için rastgele 8 ana gruba ayrıldı (1. kontrol grubu-yüzey işlemi uygulanmadan+3 adet yüzey işlemi * 2 çeşit siman).

Postlar yüzey işlemleri uygulanmasına göre şu şekilde gruplandırıldı.

- 1.Grup: Kontrol grubu; herhangi bir ön işlem yapılmadı.
- 2.Grup: Al₂O₃ ile kumlama işlemi (30-50 mikrometrelik Al₂O₃ partikülleri kullanılarak) yapıldı.
- 3.Grup: Hf asit ile asitleme işlemi (Hidroflorik asit %9,5 lik) yapıldı.
- 4.Grup: Silan uygulandı.

Ayrıca farklı yüzey işlemlerine tabi tutulmuş postlarla restore etmek ve bir kontrol grubu oluşturmak için her biri 56 adet örnek içeren gruplar, her biri 7'şer örnek içeren 8 alt gruba (4 yüzey işlemi ve 2 siman çeşidi ile) ayrıldı. Üretim teknikleri doğrultusunda hazırlanan post materyalleri, yine üretici talimatları doğrultusunda gerçekleştirilen yüzey hazırlıkları ve simantasyon prosedürlerinde kök kanal boşluğunu simüle eden boşluklara adapte edildi.

Hem yüzey işlemlerinin hem de geleneksel simanlar ile rezin simanın bağlanmadaki etkinliği karşılaştırıldı. Bu çalışmada 3 çeşit fiber posta (karbon, cam, quartz) değişik yüzey işlemleri yapılarak 2 farklı siman (rezin siman ve cam iyonomer siman) ile bağlantısı incelendi. Çalışmada her bir fiber post için 4 grup oluşturuldu. Her grupta (28*2) 56 örnek olmak üzere (n=7) toplam 168 örnek üzerinde yapıldı.

Postların simana bağlanma mukavemetleri push out testi kullanılarak Universal test cihazı ile ölçüldü. Veriler 2 yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edildi. Post malzemeleri ve 4 yüzey işleme tekniği arasında karşılaştırma için post hoc Tukey aralıkları hesaplandı. Kimyasal yüzey işlemlerinin cam, karbon ve quartz fiber post yüzeyler üzerindeki etkisi taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelendi ve sonuçların anlamlılığı istatistiksel olarak ifade edildi. Tablo 1' de kullanılan materyaller ile firmalar ve mevcut lot numaraları yer almaktadır.

Tablo 1. Kullanılan materyaller ile firmalar ve mevcut lot numarası

Matreryal	Firma ve lot numarası
Karbon fiber post	Hahnenkrat,Germany,0197
Cam fiber post	Fgm,Brazil,260721
Quartz fiber post	Aaa(Fda),China,0558
Dual cure rezin siman	Nova Resin,Türkiye,22P155
CIS(Cam iyonomer siman)	Ammdent, India,GIF141
Soğuk akrilik rezin	Koca(Akrodent),Turkey,2709CV2
Kompozit	3M ESPE,Germany,7050C2
Silan	Angelus,Brasil,59542
Bond	Wp Dental,Germany,1108
HF asit	Angelus,Brasil,560722
Alüminyum oksit	Ege Nanotek,Türkiye, EN.NT.77

BULGULAR VE TARTIŞMA

İstatistikte α (alfa) ile gösterilen “anlamlılık düzeyi” 0,05 olarak kabul edildi. Post tipi, siman tipi ve yüzey işlemi push out-dışarı itme bağ kuvveti üzerinde önemli bir etki gösterdi ($p < 0,05$). Al_2O_3 ve dual cure rezin siman ile tedavi edilen gruplar, her üç tip post için en yüksek yapışma değerlerini gösterdi. Stereomikroskop incelemeleri, çoğu başarısızlık modunun, post ve siman arasındaki yapışma ile ilişkili olduğunu gösterdi. Başka bir deyişle, başarısızlıklar genellikle yapışkan tipteki bağlantılarda oluştu. SEM analizi, fiber post yüzeylerinin kimyasal yüzey işlemlerinden sonra değiştiğini ortaya çıkardı.

Siman tipi olarak kullanılan iki simandan dual cure rezin siman ve geleneksel cam iyonomer simandan tüm post tipleri ve yüzey işlemlerinde en etkili sonucu, yapılan push out testiyle ölçümlerde dual cure rezin siman verdi.

Tablo 2. Fiber Postlarda Yapılan Yüzey İşlemlerine Göre Yapıştırılan Siman Tipine Göre Ortalama Push Out-İtme Bağ Kuvveti (MPa) ve Standart Sapmalar (\pm SD)

Yüzey İşlemi	Fiber Post					
	Karbon		Cam		Quartz	
	Rezin Siman	CIS	Rezin Siman	CIS	Rezin Siman	CIS
Kontrol grubu	6,00 \pm 1,16	4,6 \pm 4,0	8,00 \pm 1,16	4,57 \pm 1,51	12,00 \pm 1,29	5,00 \pm 1,00
Al_2O_3 ile kumlama	18,00 \pm 1,29	13,14 \pm 1,77	18,71 \pm 1,38	13,86 \pm 1,77	19,43 \pm 0,98	8,71 \pm 1,11
HF asit ile asitleme	13,86 \pm 1,95	8,14 \pm 1,35	17,86 \pm 2,12	10,57 \pm 1,51	15,29 \pm 1,11	14,43 \pm 1,99
Silan uygulama	11,43 \pm 0,98	11,43 \pm 1,51	12,43 \pm 0,9	12,43 \pm 1,52	12,71 \pm 1,60	12,00 \pm 1,63

Tablo 2’de Rezin siman ve CIS(Cam iyonomer siman) ile yapıştırılan fiber postların push out testinde itme bağ kuvvetleri ve standart sapma değerleri görülmektedir. Tablo 2, fiber postların farklı yüzey işlemlerine tabi tutulup, rezin siman ve cam iyonomer siman ile yapıştırıldıktan sonra elde edilen ortalama push out (itme) bağ kuvvetlerini ve bunların standart sapmalarını gösterir. Tablo 2, post türleri (karbon, cam, kuvars) ve siman türleri (rezin simanı ve CIS) için yapılan farklı yüzey işlemleri altında elde edilen bağ kuvvetlerini ifade eder. Tabloda kontrol grubunda, her bir fiber post türü için CIS ve rezin siman kullanıldıktan sonra elde edilen bağ kuvveti değerleri ve standart sapmalar yer almaktadır. Kontrol grubu, Al_2O_3 ile kumlama, HF asit ile asitleme ve silan uygulama gibi farklı yüzey işlemlerinin her biri altında, ilgili fiber post ve siman kombinasyonları için push out testi sonuçları ve standart sapmaları verildi. Bu tablo, farklı yüzey işlemlerin fiber postların bağlanma özellikleri üzerindeki etkisini ve siman türlerinin bu bağlanma özelliklerine olan katkısını göstermektedir. Elde edilen veriler, hangi

yüzey işleminin hangi post-siman kombinasyonu için daha etkili olduğunu anlamak ve optimal bağlanma koşullarını belirlemek için değerli bir referans sağlamaktadır.

Tablo 3. Karbon Fiber Postlar İçin İtme Bağ Mukavemeti (Mpa) Üzerinde İki Yönlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	KT* Ortalaması	F	P
Siman	164,57	1	164,57	78,32	0,00
Yüzey işlemi	891,07	3	297,02	141,36	0,00
Siman*Yüzey işlemi	66,86	3	22,29	10,61	0,00
Hata	100,86	48	2,10		
Total	7524,00	56			

Tablo 4. Cam Fiber Postlar İçin İtme Bağ Mukavemeti (Mpa) Üzerinde İki Yönlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	KT* Ortalaması	F	P
Siman	212,16	1	212,16	97,92	0,00
Yüzey işlemi	780,34	3	260,11	120,05	0,00
Siman*Yüzey işlemi	97,34	3	32,45	14,98	0,00
Hata	104,00	48	2,17		
Total	9671,00	56			

Tablo 5. Quartz Fiber Postlar İçin İtme Bağ Mukavemeti (Mpa) Üzerinde İki Yönlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	KT* Ortalaması	F	P
Siman	325,45	1	325,45	170,33	0,00
Yüzey işlemi	467,20	3	155,73	81,50	0,00
Siman*Yüzey işlemi	121,48	3	40,49	21,19	0,00
Hata	91,71	48	1,91		
Total	9681,00	56			

KT*: “Kareler Toplamı”nın kısaltması.

Tablo 3., Tablo4. ve Tablo 5.’te post tipleri için itme bağ mukavemeti (Mpa) üzerinde iki yönlü ANOVA testinin sonuçları görülmektedir.

Çalışmamızda; rezin simanın polimerizasyon büzülmesi, yoğunluğu, siman aralığı ve ışın cihazının uygulama mesafesi gibi faktörler, cam iyonomer simanın yoğunluğu ve siman aralığı ile karşılaştırıldığında, yapılan çalışmalar ile başlıca farklılık nedenleri olarak görülebilmektedir. Bu çalışmada fiber post tipleri arasında yapılan analizlerde, bağlanma mukavemeti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptandı ($p<0,05$).

Çalışmanın tüm sonuçları gözden geçirildiğinde, post sistemindeki farklılıklardan bağımsız olarak, yüzey işlemleri arasında en düşük bağlanma kuvveti değeri kontrol grubunda belirlendi. Yapılan çalışmalarda fiber post başarısızlığına bağlı en ciddi komplikasyon; kök kırığı iken, en sık görülen başarısızlık; post retansiyonu olduğu yönündedir (33-35). Kimyasal bağ oluşturabilen ve postların yapışma mukavemeti üzerinde etkili olan mikromekanik kilitleme ve çeşitli yüzey işlemleri uygulanabilir (36).

Graifetal tarafından fiber postlarla yapılan bir çalışmada yüzey uygulamaları olarak alkol uygulaması, metil metakrilat uygulaması ve metil metakrilat uygulaması ardından tribokimyasal kaplama tercih edildi (37). Zicarietal tarafından gerçekleştirilen cam fiber postlarla yapılan bir çalışmada post yüzeyine silan uygulaması ve tribokimyasal kaplama tercih edildi (38). Ayrıca Alkurt ve Yanikoğlu, post yüzeylerin 50 µm boyutunda alüminyumoksit partikülleri ile pürüzlendirmeye birlikte NaOCI ve Nd:YAG lazer uygulamalarını kullandılar (39). Şahinkesen

ve ark. fiber postlar ile self adeziv rezin siman kullanılan grupta en yüksek bağlanma kuvveti medial kısımda olduğunu saptadı (40). Bizim çalışmamızda ise daha farklı fiber post pürüzlendirme işlemleri ve siman tipi kombinasyonları ile çalışıldı. Hem yüzey işlemlerinin etkinliği hem de siman tiplerinin etkinliğini aynı anda gözleme şansını elde etmiş olduk.

SONUÇ

Yüzey uygulamalarındaki değişikliklere bağlı olarak postların yapışma mukavemeti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görüldü ($p<0.05$). Bununla birlikte en yüksek bağ kuvveti Al₂O₃ ile kumlanan gruplarda ölçüldü. Siman tipine bağlı olarak postların yapışma mukavemeti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görüldü ($p<0.05$). Siman tipine bağlı mukavemette en yüksek bağlanma değerleri tüm postlar ve yüzey işlemlerinde hep dual cure rezin siman ile yapıştırılan gruplarda olduğu gözlemlendi. Eğilimler ve istatistiksel analizler, kullanılan siman türleri ve yüzey işlemleri arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir, bu da yokluk hipotezini reddetmemize ve alternatif hipotez lehine güçlü kanıtlar sağlamamıza neden oldu.

KAYNAKLAR

1. R.S. Schwartz, J.W. Robbins, Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review, *Journal of endodontics* . 2004;30(5):289-301.
2. J.N. Theodosopoulou, K.M. Chochlidakis, A systematic review of dowel (post) and core materials and systems, *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*.2009;18(6):464-72.
3. C. Goracci, M. Ferrari, Current perspectives on post systems: a literature review, *Australian dental journal*.2011;56:77-83.
4. N.Z. Baba, G. Golden, C.J. Goodacre, Nonmetallic prefabricated dowels: a review of compositions, properties, laboratory, and clinical test results, *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*.2009;18(6):527-36.
5. B. Ohlmann, F. Fickenscher, J. Dreyhaupt, P. Rammelsberg, O. Gabbert, M. Schmitter, The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of fiber-reinforced composite posts, *Journal of dentistry*.2008;36:87-92.
6. A.P. Farina, D. Cecchin, L.d.F.R. Garcia, L.Z. Naves, L.C. Sobrinho, F.d.C.P. Pires-deSouza, Bond strength of fiber posts in different root thirds using resin cement, *J Adhes Dent*.2011;13(2):179-86.
7. A. Balbosh, M. Kern, Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts, *The Journal of prosthetic dentistry*.2006;95(3):218-23.
8. S. Kedici, A.A. Aksüt, M.A. Kılıçarslan, G. Bayramog Lu, K. Gökdemir, Corrosion behaviour of dental metals and alloys in different media, *Journal of oral rehabilitation*.1998;25(10):800-8.
9. A.M. Elnaghy, S.E. Elsaka, Effect of surface treatments on the flexural properties and adhesion of glass fiber-reinforced composite post to self-adhesive luting agent and radicular dentin, *Odontology*.2016;104(1):60-7.
10. E. Asmussen, A. Peutzfeldt, T. Heitmann, Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts, *Journal of dentistry*.1999;27(4):275-78.
11. M. Vano, C. Goracci, F. Monticelli, F. Tognini, M. Gabriele, F. Tay, M. Ferrari, The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts, *International Endodontic Journal*.2006;39(1):31-9.
12. L.V. Lassila, J. Tanner, A.-M. Le Bell, K. Narva, P.K. Vallittu, Flexural properties of fiber reinforced root canal posts, *Dental Materials*.2004;20(1):29-36.
13. J.A. Sorensen, J.T. Martinoff, Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth, *The Journal of prosthetic dentistry*.1984;51(6):780-4.

14. S. Segerström, J. Astbäck, K.D. Ekstrand, A retrospective long term study of teeth restored with prefabricated carbon fiber reinforced epoxy resin posts, Swedish dental journal.2006;30(1):1-8.
15. A. Lanza, R. Aversa, S. Rengo, D. Apicella, A. Apicella, 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor, Dental Materials.2005;21(8):709-15.
16. I. Cekic-Nagas, E. Sukuroglu, S. Canay, Does the surface treatment affect the bond strength of various fibre-post systems to resin-core materials? Journal of dentistry.2011;39(2);171-9.
17. F. Monticelli, M. Toledano, F.R. Tay, A.H. Cury, C. Goracci, M. Ferrari, Post-surface 11 conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations, Dental Materials.2006;22(7):602-9.
18. G. Akgungor, D. Sen, M. Aydin, Influence of different surface treatments on the short-term bond strength and durability between a zirconia post and a composite resin core material, Journal of Prosthetic Dentistry.2008; 99(5):388-99.
19. A. Sahafi, A. Peutzfeldt, E. Asmussen, K. Gotfredsen, Effect of surface treatment of prefabricated posts on bonding of resin cement, Operative Dentistry-University of Washington.2004;29(1):60-8.
20. F. Monticelli, S. Grandini, C. Goracci, M. Ferrari, Clinical Behavior Translucent-Fiber Posts: A 2-Year Prospective Study, International Journal of Prosthodontics.2003;16(6):593-6.
21. F. Mannocci, M. Ferrari, T.F. Watson, Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber, and zirconium dioxide ceramic root canal posts, J Adhes Dent.1999; 1(2):153-8.
22. N. Katebzadeh, B.C. Dalton, M. Trope, Strengthening immature teeth during and after apexification, Journal of Endodontics.1998;24(4): 256-9.
23. M. Sumitha, R. Kothandaraman, M. Sekar, Evaluation of post-surface conditioning to improve interfacial adhesion in post-core restorations, Journal of conservative dentistry.2011;14(1):28.
24. M. Kalkan, A. Usumez, A.N. Ozturk, S. Belli, G. Eskitascioglu, Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems, The Journal of prosthetic dentistry.2006;96(1):41-6.
25. C. Goracci, O. Raffaelli, F. Monticelli, B. Balleri, E. Bertelli, M. Ferrari, The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization, Dental Materials.2005;21(5):437-44.
26. J. Perdigão, G. Gomes, I.K. Lee, The effect of silane on the bond strengths of fiber posts, Dental Materials.2006;22(8):752-8.
27. J. Aksornmuang, R.M. Foxton, M. Nakajima, J. Tagami, Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts, Journal of Dentistry.2004;32(6):443-50.
28. J.P. Matinlinna, L.V. Lassila, M. Özcan, A. Yli-Urpo, P.K. Vallittu, An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry, International Journal of Prosthodontics.2004;17(2):155-64.
29. S.-J. Park, J.-S. Jin, Effect of silane coupling agent on interphase and performance of glass fibers/unsaturated polyester composites, Journal of Colloid and Interface Science.2001;242(1):174-9.
30. A. Sahafi, A. Peutzfeldt, E. Asmussen, K. Gotfredsen, Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia, Journal of Adhesive Dentistry. 2003;5(2):153-62
31. F. Monticelli, M. Toledano, F.R. Tay, F.T. Sadek, C. Goracci, M. Ferrari, A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites, Journal of Endodontics.2006;32(1):44-7.
32. F. Monticelli, R. Osorio, M. Toledano, C. Goracci, F.R. Tay, M. Ferrari, Improving the quality of the quartz fiber postcore bond using sodium ethoxide etching and combined silane/adhesive coupling, Journal of Endodontics.2006; 32(5):447-51.
33. Bateman G, Ricketts DN, Saunders WP. Fibre-based post systems: a review. Br Dent J.2003;195:43-8
34. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. J Adhes Dent.2003;5:153-62.
35. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. J Prosthet Dent.1999;81:380-5.

36. Chen Q, Wang XZ. Evaluation of modified micro-pushout bond strength of glass fiber posts with chemically treated resin cements Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.2019;18:51(5):968-72.
37. Graiff L, Rasera L, Calabrese M, Vigolo P. Bonding effectiveness of two adhesive luting cements to glass fiber posts: pull-out evaluation of three different post surface conditioning methods. Int J Dent.2014;2;1-8
38. Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. Dent Mater.2012;28:287-97.
39. Alkurt M, Yanıkoğlu N. Investigation of The Effect on The Bond Strength Between Post And Dentine of Different Surface. J Dent Fac Atatürk Uni.2012;22:160-7
40. Sahinkesen G, Erdemir U, Oktay EA, Sancakli HS. The effect of post surface silanization and luting agents on the push-out bond strengths of adhesively inserted fiber reinforced posts. Int. J Adhes. 2011;31:265-70.