

Endodontik Tedavisi Yapılmış Dişlerde, Farklı Tip Postların Farklı Simanlar Kullanılarak Yapıştırıldıktan Sonra Kırılma Dirençlerinin İn-Vitro Olarak Karşılaştırılması

The Comparison of Fracture Resistance of Different Post Systems Cemented With Different Luting Agents: An In Vitro Study

Hulki Caner Yeğin*, Rahmi Eken, Mert Gökay Eroğlu

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Van

ÖZET

Amaç: Deneysel dentin post ve fiber postların iki farklı simantasyon maddesiyle kök kanallarına yerleştirip kor materyali yapıldıktan sonra postların kırılma dayanımlarının karşılaştırılması.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada 40 adet çürüksüz, apeksi kapanmış, kök yüzeyinde herhangi bir çürük, kırık ya da çatlağı olmayan alt 1. premolar diş kullanıldı. Dişlerin kuronları kesildi, kök kanalları Mtwo döner alet sistemi ile #25.06 olacak şekilde şekillendirildi. Kök kanalları MMSeal ve Gutta Percha ile lateral kompaksiyon yöntemiyle dolduruldu. Post boşlukları Reforpost sisteminin drilleriyle 8 mm. derinlikte hazırlandı. Daha sonra örnekler 4 ayrı gruba ayrıldı: 1. Grup: Deneysel dentin post + Panavia F2.0 2. Grup: Fiber post + Panavia F2.0 3. Grup: Deneysel dentin post + Clearfil DC Core Plus 4. Grup: Fiber post + Clearfil DC Core Plus Postlar yapıştırıldıktan sonra Majesty Esthetic tepilebilir kompozit ile 4 mm yükseklikte kor restorasyonlar yapıldı. Bonding ajanı olarak Clearfil SE Bond kullanıldı. Örnekler yapay periodontal ligament oluşturularak akrilik bloklar içine gömüldü. Daha sonra örneklerle Instron test cihazında dikey kuvvet uygulanarak maksimum kırılma dirençleri ölçüldü.

Bulgular: Örnekler kırılma dayanımı açısından değerlendirildiğinde 4. grup ve 2. gruplar arasında anlamlı fark gözlenemedi. 1. grup ve 3. grup arasında da anlamlı fark bulunamadı. Ancak 2. ve 4. gruplar, 1. ve 3. gruplara göre anlamlı derecede daha fazla kırılma direnci gösterdi.

Sonuç: Çalışmamızda fiber postların kırılma dirençlerinin deneysel dentin postlara göre anlamlı derecede fazla olduğu, kullanılan simantasyon maddelerinin sonuçlar üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı sonucuna ulaşıldı.

Anahtar Kelimeler: Fiber, deneysel dentin post, periodontal ligament, endodonti

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the fracture resistance of experimental dentin posts and fiber posts cemented with different luting agents.

Materials and Methods: In this study 40 mandibular premolar teeth, which had no caries, root fracture or cracks and had mature apex, had been used. The crowns of the teeth were cut and the root canal shaping were completed gently with Mtwo rotary system with the file size of #25 .06. The root canals were filled with MMSeal and Gutta Percha by using lateral compaction. The post cavities were prepared with the drills of Reforpost systems in depth of 8mm. Subsequently, the samples were separated randomly in 4 different groups. 1. Group: Experimental dentin post + Panavia F2.0 2. Group: Fiber post + Panavia F2.0 3. Group: Experimental dentin post + Clearfil DC Core Plus(Kuraray, Japan) 4. Group: Fiber post + Clearfil DC Core Plus After the posts were cemented. The core restored with Majesty Esthetic packable composite is 4 mm high. Clearfil SE bonding agent was used. The samples were placed inside the acrylic blocks by creating artificial periodontal ligament. Maximum fracture resistance was measured by applying vertical strength to the samples using the Instron testing machine.

Results: Once the samples were evaluated regarding the fracture resistance, no significant difference had been observed between group 4 and group 2. Moreover, no significant difference had been observed between group 1 and group 3. However, 2nd and 4th groups showed significantly more resistance than the groups 1 and 3.

Conclusion: As the result of the study, that fiber posts have significant difference fracture resistance than experimental dentin posts. Moreover, the cementation material doesn't make a significant difference over the results.

Key Words: Fiber, experimental dentine post, periodontal ligament, endodontics

Araştırma poster olarak sunulmuştur: 6. Uluslararası Endodonti Sempozyumu, Erzurum, 2015

*Sorumlu Yazar: Dr. Hulki Caner YEĞİN, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Van
Tel: 0 (535) 384 09 16, E-mail: caneryegin@gmail.com

Geliş Tarihi: 29.06.2015, Kabul Tarihi: 30.06.2015

Giriş

Restoratif tedavilerin klinik başarısı, dişin yüzey miktarı, dişin koronal kısmının restorasyona uygun oluşu, dişin çiğneme kuvvetlerine karşı dayanıklılığı ve stresin kemik ve periodontal ligament üzerinde dağılımı gibi birçok faktöre bağlıdır (1,2).

Bilindiği üzere periodontal ligamentin kalınlığı 0.1 ile 0.3 mm arasında değişmektedir. Bu yapı okluzal kuvvetleri absorbe etmekte ayrıca dişe gelen dış kuvvetler sonucunda periodontal lifler sıkışarak dişe önemli bir destek sağlamaktadır (3). Dişe kuvvet uygulandığı zaman başlangıçta periodontal membranın dayanımı azdır. Fakat kuvvet arttıkça periodontal membrandaki dayanımda oldukça artmaktadır. Periodontal ligament belirli limitlerde sıkıştırılabilir. Ayrıca bir parça elastik özelliğe de sahiptir (2,3). Çiğneme kuvveti 70 N'a kadar ulaştığı zaman, periodontal ligament 0.03-0.15 mm kadar sıkışmaktadır. Periodontal lifler kuvvetler karşısında maksimum dayanım limitine ulaştığında sertleşerek kuvveti kemiğe transfer etmekte ve böylece gerilim kök yüzeyi üzerinde dağılmaktadır. Bu nedenlerle, yapılan laboratuvar çalışmalarının klinik ortamını simule edebilmesi için periodontal ligament ve kemik dokusunun laboratuvar çalışmalarda taklit edilmesi gereklidir (2). Periodontal ligament oluşturulan çalışmaların bazılarında materyal olarak polieter (4,5) ve polivinilsilikon bazlı elastomerler (1,6) tercih edilmiştir.

Restoratif materyaller birçok avantaja sahip olmasına rağmen, pulpa dokusu bulunmayan dişlerde vertikal kök kırıkları halen bilinen önemli problemlerdendir (7,8). Pulpa dokusu bulunmayan dişlerde minimal kök kanal preparasyonu yapılması, kökü vertikal kırıklara karşı korumanın en efektif yoludur (9). Fakat aşırı madde kaybına uğramış dişlerde, koronal restorasyon büyük önem taşımaktadır (10). Bu tip dişlerde koronal restorasyona yeterli retansiyon sağlamak için kök kanalından destek alınarak post-kor sistemlerinden yararlanılmaktadır (7).

Postların adezyon kabiliyeti; post uzunluğu, post çapı, post dizaynı, postun yüzey yapısı, kök dentininin yüzey preparasyonu, dentin bağlayıcı ajan, simantasyon ajanı ve kullanılan rezinin polimerizasyon çeşidi gibi faktörlerden etkilenmektedir (11). Diş hekimliğinde kanal içi postların kullanımı indirek ve direk restorasyonlarda artmaktadır. İdeal bir post materyalinin elastik modülüsü, baskıya karşı direnci ve termal ekspansiyonu dentine benzer olmalıdır. Ayrıca materyal post boşluğuna

yerleştirildiğinde de dentine bağlanmalıdır (12). Dentin sertliğindeki bir post materyalinin stresi azalttığı ve kuvvetleri köke iyi transfer ettiği için kırılmaya karşı direnci arttırdığı bildirilmiştir (13).

Biyouyumluluğu ve mekanik başarısı kanıtlanmış olan fiber bileşiklerinden farklı cerrahi ve dental uygulamalardan faydalanılmaktadır (14). Yapısında metal bulunmayan fiberler, post materyali olarak 1990 yılından itibaren fiber ile güçlendirmeyi temel alan prensipler ortaya konulması ile kullanılmaya başlanmıştır (15). Fiber postlar, metal postlarla kıyaslandığında en iyi seçimdir çünkü metal postlara göre korozyona sebebiyet vermez, kanal tedavisinin tekrarlanacağı durumlarda postun sökümü kolaydır. Ayrıca tek seansta postun simantasyonu ve restorasyonu gerçekleştirilebilir (16,17). Ayrıca metal postun elastik modülüsü 200 GPa iken, fiber postun elastik modülüsü 40 GPa'dır ve dentinin elastik modülüsüne (18 GPa) yakındır. Bu sebeple fiber postların kök kırığı riskini azalttığı bildirilmiştir (18,19). Bu bilgiler doğrultusunda deneysel olarak dentin postlar hazırlanmış ve deneysel dentin postlarla yapılan çalışmalar başarılı sonuçlar vermiştir (20,21).

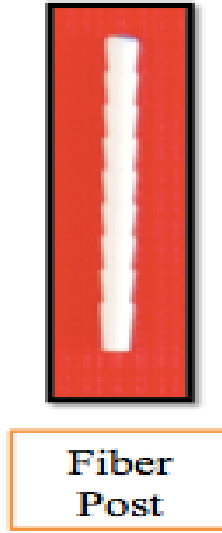
Bu çalışmanın amacı, periodontal ligament taklit edilerek akrilik rezine gömülen köklere, kanal tedavisi yapıldıktan sonra farklı simantasyon materyalleri kullanılarak cam fiber post ve deneysel dentin post ile yapılan post-kor yapıların kırılma dirençlerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmada 40 adet birbirine benzer, apikali kapanmış, kök yüzeyinde kırık yada çatlak bulunmayan, düz köklere sahip alt 1. küçük azı dişleri seçildi. Dişlerin kuron kısımları su soğutması altında separe ile kesilerek ayrıldı. Kökler 14 mm olacak şekilde koronal kısımlarından su soğutması altında elmas fissür frezlerle aşındırıldı ve bütün kökler aynı boyuta getirildi. Gates glidden frezleri (Mani, Tochigi, Japan) yardımıyla kanal ağızları genişletildi ve endo motor (Dentsply, De-Trey, Konstanz, Germany) yardımı ile 15, 20, 25 no'lu Mtwo (VDW, Munich, Germany) döner eğeleri ile kanallar şekillendirildi. Her alet değişiminde kök kanalları %5.25'lik sodyum hipoklorit ile yıkandı. Son yıkama işleminde sırasıyla %5.25'lik sodyum hipoklorit ile kanallar bir dakika boyunca yıkandı ve ardından ve %17'lik EDTA kanal içerisinde 1 dakika boyunca bekletildi. Ardında 1'er dakika boyunca kanallar distile su ve %2'lik klorheksidin solüsyonu ile yıkandı. Yıkama işlemi bittikten sonra kanallar kâğıt konlar yardımıyla kurulandı. Kanallar



Şekil 1. Deneysel dentin post.



Şekil 2. Fiber post.

MMSeal (MicroMega, Besancon, France) ve güta perka (DiaDent Group International, Vancouver, BC, Canada) ile lateral kompaksiyon yöntemi ile dolduruldu ve 24 saat boyunca nemli ortamda bekletildi. Süre tamamlandığında dişler 4 gruba ayrıldı (n:10). 1. ve 3. Grupta deneysel dentin post kullanılacağı için deneysel dentin post üretimine geçildi. Deneysel dentin post için periodontal sebeplerle çekilmiş kanin dişler tercih edildi. Dişlerin kuron kısmı su soğutması altında kesildikten sonra kökler mesio distal doğrultuda 2 ye ayrıldı. Ayrılan kökler apikal 3 mm'lik kısımları akrilik rezinin içinde kalacak şekilde gömüldü. Ardından kökler su soğutmalı aerotör ve elmas fissür frez yardımı ile çevresel olarak prepare edildi. Standardizasyon için her 5 sefer çevresel tam tur dönüş sonrasında oluşmaya başlayan deneysel dentin postlar, elektronik kumpas yardımı ile üst, orta ve alt olmak üzere 3 ayrı noktadan ölçüldü ve 1.5 mm çapında deneysel dentin postlar oluşturuldu. Bütün dişlere 3 numaralı Reforpost Cam Fiber (Angelus, Londrina, PR, Brazil) materyalinin kendi delici freziyle 8 mm derinliğinde post boşlukları açıldı ve postların simantasyonuna geçildi. Kök kanallarındaki post boşlukları tekrar %5.25'lik sodyum hipokloritle yıkandı. 1. gruptaki deneysel dentin post (Şekil 1) ve 2. gruptaki Reforpost Cam Fiber (Şekil 2) Panavia F2.0 (Kuraray, Osaka, Japan) ile 3. gruptaki deneysel dentin post ve 4. gruptaki Reforpost Cam Fiber Clearfil DC Core Plus (Kuraray, Osaka, Japan) ile simante edildi. Simantasyon işlemi tamamlandıktan sonra 4 mm yükseklikte kor restorasyonu yapıldı. Kor yapımında Clearfil SE Bond (Kuraray, Osaka, Japan) ve Clearfil Majesty ES-2 (Kuraray, Osaka,

Japan) kompoziti kullanıldı. Köklerin post-kor yapımları tamamlandıktan sonra yapay periodontal ligament oluşturularak akrilik rezine gömülme işlemine geçildi. Bu işlemde kökleri mum ile kaplamak için öncelikle bir sıcak mum havuzu oluşturuldu. Örnekler bir presel yardımı ile tutularak sıcak mum havuzuna 1 defa olmak koşuluyla batırılıp çıkarıldı ve soğumaya bırakıldı. Mumla kaplı olan kökleri akrilik rezine gömmek için kalıp olarak için 2,5 cm çapında ve 3 cm yüksekliğinde plastik borular hazırlandı. Üretici firma talimatları doğrultusunda akrilik rezin karıştırılarak plastik boruların içerisine yerleştirildi. Hazırlanan örnekler sement-kor birleşimi 2 mm yukarıda kalacak şekilde akrilik rezine gömüldü. Akrilik rezinin donması sırasında ısı artışı olduğu için kökler üzerindeki mum, bu ısı artışı sayesinde eridi ve kök akrilik rezinin içinden kolaylıkla dışarı alındı. Akrilik rezinin içinde oluşan boşluktaki ve kökün etrafındaki artık mum bir gazlı bez yardımı ile temizlendi. Yapılan bu işlem sonucunda akrilik rezinin içindeki boşluğa kök yerleştirildiğinde akrilik rezinle kök arasında yapay periodontal ligamentin oluşturulacağı materyali yerleştirebilmek için bir boşluk oluştu. Yapay periodontal ligamenti oluşturmak için polieter ölçü maddesi (3M-Espe, Seefeld, Germany) kullanıldı. Polieter ölçü maddesi üretici firmanın verdiği talimatlar doğrultusunda hazırlanarak akrilik rezinin içindeki boşluğa yerleştirildi ve hemen ardından kökler polieter ölçü maddesinin üzerine yerleştirildi ve oluşturulan korun üzerinden parmak kuvvetiyle kökler akrilik rezin içindeki boşluğa itirilerek donmaya bırakıldı. Polieter ölçü maddesi donduktan sonra bir bistüri yardımı ile taşmış olan madde kesilerek uzaklaştırıldı (Şekil 3).



Şekil 3. Hazırlanan örnekler.



Şekil 4. Kırılma direnci testi.

Tablo 1. Grupların istatistiksel analizi

(I) GR	(J) GR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-95,30763*	27,08129	,001	-150,7811	-39,8341
	3,00	-14,59600	27,08129	,594	-70,0695	40,8775
	4,00	-87,00525*	27,08129	,003	-142,4788	-31,5317
2,00	1,00	95,30763*	27,08129	,001	39,8341	150,7811
	3,00	80,71163*	27,08129	,006	25,2381	136,1851
	4,00	8,30238	27,08129	,761	-47,1711	63,7759
3,00	1,00	14,59600	27,08129	,594	-40,8775	70,0695
	2,00	-80,71163*	27,08129	,006	-136,1851	-25,2381
	4,00	-72,40925*	27,08129	,012	-127,8828	-16,9357
4,00	1,00	87,00525*	27,08129	,003	31,5317	142,4788
	2,00	-8,30238	27,08129	,761	-63,7759	47,1711
	3,00	72,40925*	27,08129	,012	16,9357	127,8828

Hazır olan örnekler 24 saat boyunca %100 nemli ortamda bekletildikten sonra universal test cihazında (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) 1 mm/dak hız ile kor materyalinin üzerinden vertikal kuvvet uygulanarak kırıldı (Şekil 4). Sonuçlar Newton (N) cinsinden hesaplandı. Elde edilen veriler one-way ANOVA ve Post Hoc testleri ile analiz edildi.

Bulgular

Post Hoc testi sonuçları dikkate alındığında 1. grup ile 2. grup ortalamaları arasındaki farkın 2. grup lehine istatistiksel olarak anlamlı olduğu

belirlenmiştir ($p < 0.01$). Aynı şekilde 1. ve 4. gruplar arasındaki fark 4. grup lehine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$). 2. ve 3. gruplar arasındaki farklılık 2. grup lehine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$). 3.ve 4. gruplar arasındaki farklılık ise 4. grup lehine istatistiksel olarak anlamlı elde edilmiştir ($p < 0.05$). Elde edilen bulgular tabloda da verilmiştir (Tablo 1).

Tartışma

Günümüzde aşırı kuron harabiyeti olan dişlerde post-kor uygulamaları sıklıkla önerilmektedir (23).

Bu uygulamada postlar kor yapıya retansiyon ve stabilite sağlarken, kor yapıda kaybedilen kuralon diş dokusunun yerine geçerek üst restorasyona retansiyon sağlamaktadır (24). Post-kor yapılar uygulanarak restore edilen dişlerde amaç, kök kanalına yerleştirilen postun zayıflamış dişleri güçlendirmek istenmesidir (25). Fakat endodontik tedavi uygulanan dişlerde meydana gelen madde kaybına ek olarak post yerleştirmek için yapılan preperasyonlarda eklendiğinde dişin mekanik direncinin azaldığıda bilinmektedir (26). Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda hem diş üzerine yapılacak restorasyona tutuculuk sağlamak hem de diş kökünü kırılmalara karşı kuvvetlendirmektir.

Çalışmamızdaki örneklerde dişler ile akrilik rezin blok arasında yapay periodontal ligament oluşturulmuş ve bu periodontal ligamenti oluştururken polieter ölçü maddesi kullanılmıştır. Periodontal ligamenti oluştururken diğer çalışmalarda kullanılan prosedürler uygulanmıştır (21). Yapay periodontal ligamentin etkisini araştıran bir çalışmada polistrene ve akrilik rezine gömülen dişlerde yapay periodontal ligament yapımında kullanılan polieter, poliüretan ve polisülfid maddeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ayrıca yapay periodontal ligament kullanılmadığında dişlerin akrilik veya polistren rezin maddelerinin en üst noktasından, yapay periodontal ligament kullanıldığında ise dişlerin kökün farklı yerlerinden kırıldığını bulmuşlardır (2).

İdeal bir post materyalinin elastik modülüsü, baskıya karşı direnci ve termal ekspansiyonu dentine benzer olması gerektiği (12) ayrıca dentin sertliğindeki bir post materyalinin stresi azalttığı ve kuvvetleri köke iyi transfer ettiği için kırılmaya karşı direnci arttırdığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (13). Çalışmamızda elastik modülüsü dentine en yakın olan post materyali cam fiber post ile dentinle aynı elastik modülüse sahip deneysel dentin post materyallerini kullandık. Elde edilen veriler sonucunda da cam fiber post materyalinin deneysel dentin post materyaline göre istatistiksel olarak anlamlı bir sonuçla daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu belirledik. Bunun sebebinin materyalleri esneme miktarları arasındaki farktan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Cam fiber post dentine en yakın elastik modülüse sahip materyal olmakla beraber dentinden daha elastiktir. Deneysel dentin post ise yeteri kadar elastik olamadığı için kuvvetler karşısında kırılmaktadır (27). Chun ve Lee (28)'nin yapmış oldukları bir çalışmada dentin dokusunun dental rezine göre daha yüksek elastik modülüse sahip olmasının karşın streslere ve gerilimlere karşı dental

rezinlere göre daha dirençsiz olduğunu saptamışlardır. Bu sonuç bizim düşüncemizi desteklemektedir.

Sonuç olarak fiber postların kırılma dirençlerinin deneysel dentin postlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu, kullanılan simantasyon maddeleri sonuçlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark yaratmamaktadır.

Kaynaklar

1. Ayad MF, Bahannan SA, Rosenstiel SF. Influence of irrigant dowel type, and root-reinforcing material on fracture resistance of thin-walled endodontically treated teeth. *J Prosthodont* 2011; 20(3): 180-189.
2. Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res* 2005; 19(1): 11-16.
3. Pini M, Wiskott HW, Scherrer SS, Botsis J, Belser UC. Mechanical characterization of bovine periodontal ligament. *J Periodontal Res* 2002; 37(4): 237-244.
4. Brito-Junior M, Braga NM, Rodrigues DC, Camilo CC, Faria-e-Silva AL. Effect of the simulated periodontal ligament on cast post-and-core removal using an ultrasonic device. *J Appl Oral Sci* 2010; 18(5): 528-532.
5. Clavijo VG, Reis JM, Kabbach W, Silva AL, Oliveira Junior OB, Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. *J Appl Oral Sci* 2009; 17(6): 574-578.
6. Nishimura Y, Tsubota Y, Fukushima S. Influence of cyclic loading on fiber post and composite resin core. *Dent Mater J* 2008; 27(3): 356-361.
7. Morgano SM. Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts. *J Prosthet Dent* 1996; 75(4): 375-380.
8. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: A literature review. *J Prosthet Dent* 1999; 81(4): 380-385.
9. Sathorn C, Palamara JEA, Palamara D, Messer HH. Effect of root canal size on fracture susceptibility and pattern: a finite element analysis. *J Endod* 2005; 31(4): 288-292.
10. Furuya Y, Huang SH, Takeda Y, Fox A, Hayashi M. Fracture strength and stress distributions of pulpless premolars restored with fiber posts 2014; 33(6): 352-358.
11. Kececi AD, Ureyen Kaya B, Adanir N. Micro push-out bond strengths of four fiber-reinforced composite post systems and 2 luting materials.

- Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 105(1): 121-128.
12. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth: post, core and the final restoration. J Am Dent Assoc 2005; 136(5): 611-619.
 13. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fiber reinforced composite endodontic post. J Biomat 2002; 23(13): 2667-2682.
 14. Qualtrough AJE, Mannocci F. Tooth-Colored Post System: A Review. Oper Dent 2003; 28(1): 86-91.
 15. Bateman g, Ricketts DNJ, Saunders WP. Fibre-based post systems: A review. Bra Dent J 2003; 195(1): 43-48.
 16. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. J Prosthet Dent 2006; 95(3): 218-223.
 17. Soares CJ, Valdivia AD, da Silva GR, Santana FR, Menezes Mde S. Longitudinal clinical evaluation of post systems: A literature review. Braz Dent J 2012; 23(2): 135-740.
 18. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. J Prosthet Dent 2005; 94(4): 321-329.
 19. Lanza A, Aversa R, Rengo S, Apicella D, Apicella A. 3D FEA of cemented stell, glass and carbon posts in a maxillary incisor. Dent Mater 2005; 21(8): 709-715.
 20. de Alcantara CE, Correa-Faria P, Vasconcellos WA, Ramos-Jorge ML. Combined technique with dentin post reinforcement and original fragment reattachment for the esthetic recovery of a fractured anterior tooth: a case report. Dent Traumatol 2010; 26(5): 447-450.
 21. Correa-Faria P, De Alcantara CE, Caldas-Diniz MV, Botelho AM, Tavano KT. "Biological restoration": root canal and coronal reconstruction. J Esth Rest Dent 2010; 22(3): 168-178.
 22. Karzoun W, Abdulkarim A, Samran A, Kern M. Fracture strength of endodontically treated maxillary premolars supported by a horizontal glass fiber post: an in vitro study. J Endod 2015; 41(6): 907-912.
 23. Ricketts DNJ, Tait CME, Higgins AJ. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation. British Dent J 2005; 198(9): 533-541.
 24. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: A review. Int J Prosthodont 2001; 14(4): 355-363.
 25. Trabert KC, Caput AA, Abou-Rass M. Tooth fracture a comparasion of endodontic and restorative treatments. J Endod 1978; 4(11): 341-345.
 26. Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. Int Endod J 2005; 38(4): 230-237.
 27. Yeğin HC. Açık apeksli dişlerde farklı kanal restorasyon yöntemleri kullanılarak kırılma direncini inceleme. Doktora tezi, Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 2015.
 28. Chun KJ, Lee JY. Comparative study of mechanical properties of dental restorative materials and dental hard tissues in compressive loads. J Dent Biomech 2014; 5:1758736014555246. doi: 10.1177/1758736014555246. eCollection 2014.