

PULPASIZ DİŞLERDE DİŞTE OLUŞAN STRES DAĞILIMINA POSTUN ETKİSİ

Özgül KARACAER*, Arife DOĞAN**

Ö Z E T

Çalışmada, endodontik tedavi sonrası gutta-percha, altın, titanyum ve paslanmaz çelik metalinden yapılmış, post ile desteklenmiş, dört farklı tasarımda oluşturulmuş üst kanin dişe insisopalatinal bölgeden 500 N'luk mastikatör yük uygulandı. Dentin ve kemikte oluşan basma, çekme ve makaslama gerilimleri üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi ile incelendi. Sonuçta post uygulanmış üç farklı yapıda, özellikle paslanmaz çelik postta olmak üzere basma ve makaslama gerilimlerinde post uygulanmamış dişe nazaran daha az gerilim olduğu, dört farklı tasarımda ise gerek dentinde gerekse kemikte çekme gerilmelerinin birbirine oldukça yakın olduğu gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler : Sonlu elemanlar yöntemi, post-core sistem.

GİRİŞ

Endodontik terapinin etkinliğinin artmasına paralel olarak bu tür dişlerin restorasyonu, post-core sistemleri ile yaygın olarak gerçekleştirilmektedir. Post-core restorasyonlarda post kök kanalına yerleştirilir ve core yapısına apikal bir uzantı ile tutunup prepare dişe benzeyen koronal kısmı desteklenir (14). Restore edilen dişin kök kanalına post yerleştirilmesinin amacı; oklüzal kuvvetleri kök boyunca dağıtmak ve koronal diş yapısı ve kron restorasyonunun retansiyonu için core'un tutuculuğunu sağlamaktır (1, 2, 6, 18). Ancak post yerleşimi için dentin yapısının fazla kaldırılması halinde dişin

SUMMARY

Effects of Post On Dentin Stress Distribution In Pulpless Teeth

In this study, masticatory loading of 500 N was applied to incisopalatinal regions of maxillary canines supported with four different post designs (only gutta-percha, gold, titanium and stainless steel) after endodontic treatment. The compressive, tensile and shear stress values existing on dentin and maxillae were analyzed with threedimensional finite element method. Finally, the compressive and shear stress values in three different post designs (gold, titanium and stainless steel), especially in the stainless steel post, were found to be smaller than the values in only gutta-percha applied tooth. Also, the stress distribution values, determined both in dentin and in bone (maxillae) on four different post designs, were nearly the same.

Key Words : Finite element method, post-core system.

oklüzal kuvvetlere karşı direnci azalır ve diş kırılabilir M).

Bender ve Freedland (3) kök kırıklarının hem kanalın fazla preparasyonu hem de postun aşırı kuvvetle yerleştirilmesi nedeniyle oluştuğunu belirtmişlerdir.

Koronol ve radiküler stabilizasyon için üç farklı görüş vardır. İlki dişin karşıt oklüzal kuv-

* G.Ü. Dişhek. Fak. Protetik Diş Ted. Anabilim Dalı Dr. Araş. Gör.

** G.Ü. Dişhek. Fak. Protetik Diş Ted. Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr.

vetlere karşı kuvvetlendirilmesi için kök-kanal tedavisi sonrası post yapımını (8), ikincisi endodontik tedavi nedeniyle zayıflamış diş yapısına post yerleştiriminin ve kullanımının sakıncalı olduğunu (6, 10) diğer görüş ise postun; oklüzal kuvvetlere karşı dişin direncinde önemli bir katkısı olmadığını, bu nedenle core için restorasyona gerek yoksa post kullanımından kaçınılmasını (21) önerir.

Birçok araştırmacı farklı rijiditedeki çeşitli metal ve materyalden yapılmış post-core üzerine çalışmalar yapmışlar. Farklı rijitideden oluşmuş komponentlere sahip sisteme yük uygulandığı zaman daha rijit yapının distorsiyona uğramadan büyük kuvvetlere dayanabildiğini, kuvvetin daha az rijit komponente ulaştığını bildirmişlerdir (4, 8, 15, 9).

Literatürde daha çok post tasarısı dikkate alınmış ancak metal yapı fazla irdelenmemiştir.

Araştırmamızda post desteği olmaksızın ve farklı rijitidedeki postlarla desteklenmiş restorasyonlarda üst kanin dişte oluşan gerilimleri sonlu elemanlar yöntemi (FEA) ile incelemeyi amaçladık.

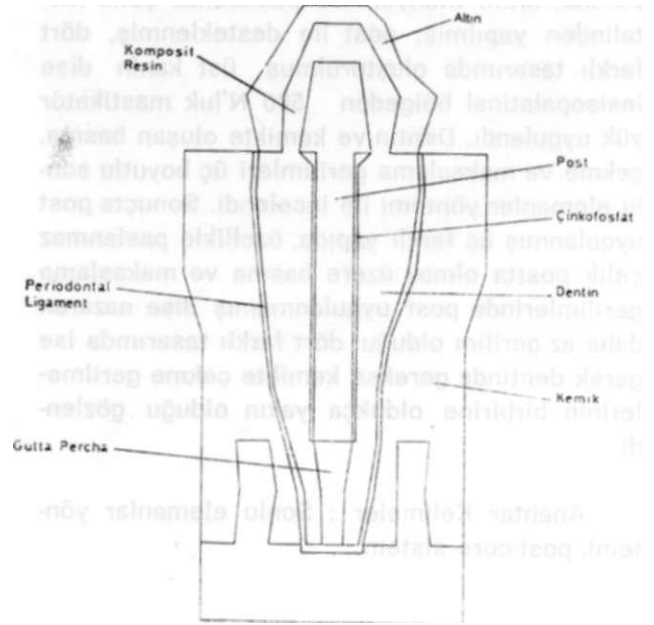
MATERYAL VE METOD

Çalışmamızda endodontik tedavi sonrası gutta-percha yerleştirilmiş ve altın, titanyum ve paslanmaz çelik gibi farklı rijitidedeki materyallerden yapılmış postlarla desteklenmiş dört tasarım oluşturuldu.

Her bir modelin insizopalatinal üçlüsünden 500 N'luk kuvvet 45°C'lik açı ile uygulandı. Dişte oluşan basma, çekme ve makaslama gerilimleri üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak tespit edildi.

Wheeler'in (22) önerisi doğrultusunda kron boyu 10, kök boyu 17 mm olmak üzere 27 mm uzunluğunda üst kanin diş çalışma modeli olarak seçildi. Müğüm noktalarının koordinatlarının kolay ölçülebilmesi için normal diş boyutunun on misli büyüklüğünde alçı model hazırlandı. Model daha sonra 11 dilime bölündü.

Uzunluğu; koronal bölgede 3.6 mm, kök bölgesinde 12.2 mm; çapı üst kısımda 1.5, alt kısımda 1 mm olan konik, düz formda post altın, titanyum ve paslanmaz çelik materyali olarak bilgisayara verildi. Postun alt kısmında 4.8 mm uzunluğunda guttapercha yer aldı. Model kortikal ve spongios kemik, periodontal ligament, dentin, çinkofosfat siman, gutta-percha, kompozit resin core ve altın kronndan oluşturuldu (Resim 1). Bu yapıların Elastikiyet Modülü (E.M.) ve poisson değerleri (Tablo l'de yer almaktadır.



Resim 1. Çalışmada kullanılan diş ve elemanları.

Diş kompleks ve anizotropik yapıya sahip olmasına karşın hem diş hemde kullanılan bütün materyaller homojen, izotropik ve linear elastik kabul edildi.

Bilgisayar programı olarak SAP 90 (Structural Analysis Program) kullanıldı. Program üç boyutlu yapıların hem statik hem de dinamik linear elastik analizini yapmaktadır. Çalışmamızda statik analiz kullanıldı.

Stres dağılımı her eleman (Au, Ti, Çelik post) için ayrı ayrı değerlendirileceğinden duyarlı analiz olması için eleman sayısı çoğaltıldı. Numaralandırılarak 756 eleman oluşturuldu. Elemanların birleşme yerleri de (Nod) numaralandırılarak 822 düğüm noktası elde edildi. Dü-

Tablo I. Araştırmada kullanılan malzemelerin Elastikiyet Modülü ve Poisson Oran Değerleri.

	Elastikiyet Modülü	Poisson Oranı
Spongioz kemik	1380	0.3
Kortikal kemik		
axial yönde	13790	0.3
lateral yönde	6900	0.3
Periodontal ligament		
axial yönde	59.99	0.3
lateral yönde	179.96	0.3
Gutta-Percha	0.69	0.45
Dentin	18600	0.3
Çinkofosfat siman	22000	0.35
Altın	77000	0.33
Titanyum	107000	0.33
Paslanmaz çelik	205000	0.33
Kompozit Resin	8300	0.28

ğüm noktalarının koordinatlarının tespitinden sonra elemanlar saptandı ve elemanları meydana getiren düğüm noktaları bilgisayar sayısına göre belirlendi. Bilgisayarda on misli büyütme ile yüklenen model gerçek boyutunda değerlendirildi.

500 N'luk kuvvet dişe koronal bölgede 5 eleman üzerinden uygulandı ve oluşan gerilme değerleri SOPLOT'ta okundu.

BULGULAR

Altın, titanyum ve paslanmaz çelik malzemelerinden yapılmış, post uygulanmış ve post uygulanmamış üst kanin dişe mastikatör kuvvet uygulandığında dentin ve kemikte oluşan maksimum principal (basma ve çekme) gerilmeleri ile maksimum makaslama gerilmeleri Tablo II'de yer almaktadır.

Tablo II. Dentin ve Kemikte oluşan maksimal gerilmeler.

	Postsuz		Altın		Titanyum		Paslanmaz Çelik	
	Dentin	Kemik	Dentin	Kemik	Dentin	Kemik	Dentin	Kemik
Çekme	+58	+120	+59	+120	+58	+120	+58	+122
Basma	-80	-141	-77	-141	-76	-141	-74	-141
Makaslama	35	24.9	24.9	24.56	23.43	24.49	20.72	24.34

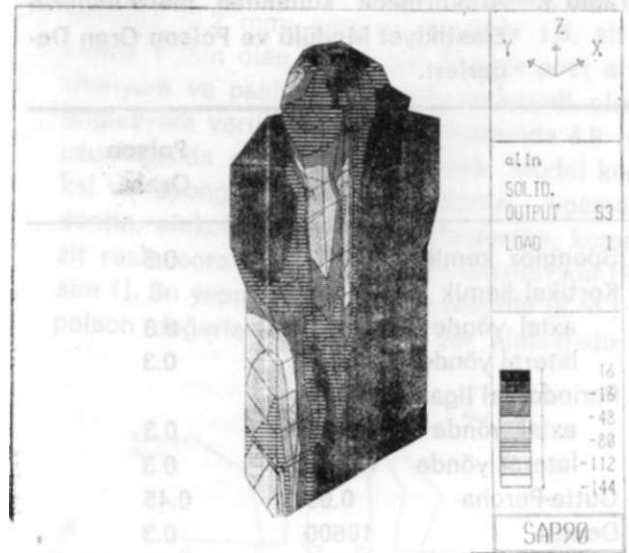
Tablo II'den anlaşılacağı üzere; dentinde oluşan gerilmelerde en yüksek basma ve makaslama gerilmeleri post uygulanmayan dişlerde oluşmuştur (Resim 2). Post uygulanan gruplar arasında; altın post en yüksek basma ve makaslama gerilmelerini oluşturmuştur (Resim 3). Bunu titanyum post takip etmiştir (Resim 4). Paslanmaz çelik post ise en düşük basma ve makaslama gerilimine neden olmuştur (Resim 5). Çekme gerilmeleri tüm guruplarda aynı değildir.

Kemikte oluşan gerilmeler mukayese edildiğinde; post uygulanmış ve uygulanmamış sistemler arasında principal gerilmeler birbirinin aynı olup makaslama gerilmelerinin de oldukça yakın olduğu gözlemlendi.

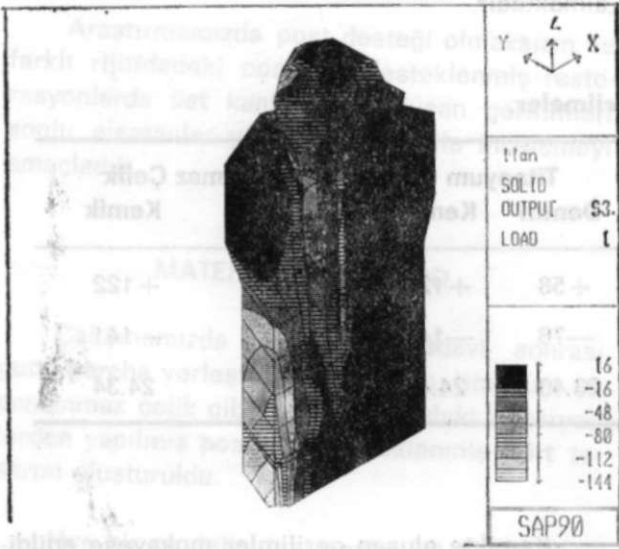
Tüm tasarımlarda çekme stresleri kökün lingual bölgesinin koronal kısmında ve yine lingualde kök apexi altındaki kemikte gözlenirken, basma gerilmeleri kökün fasial koronal ve orta üçlünde gözlemlendi.



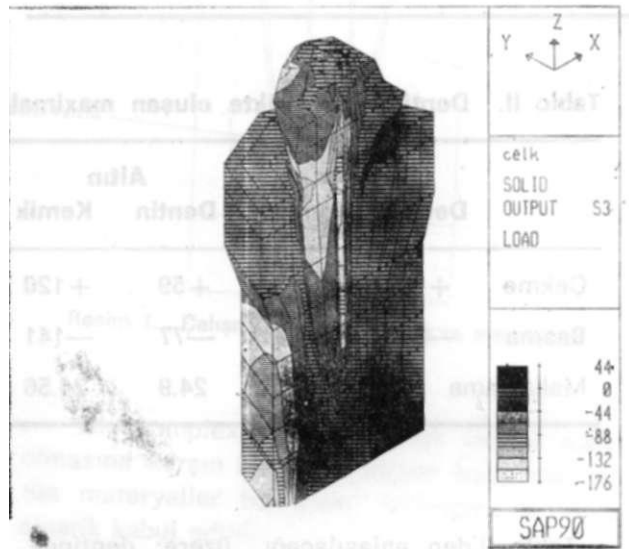
Resim 2. Postsuz dişte oluşan gerilimler.



Resim 3. Altın postun oluşturduğu gerilimler.



Resim 4. Titanyum postun oluşturduğu gerilimler.



Resim 5. Çelik postun oluşturduğu gerilimler.

TARTIŞMA

Endodontik tedavili dişlerin restorasyonuna ilişkin literatürlerin çoğu post-core sistemlerde yoğunlaşmaktadır (20). Post yerleştirmenin amacı genelde zayıflamış dişi güçlendirmektir (1, 2). Bu tür restorasyonların uzun süreli hizmet verebilmesi diş fonksiyonda iken kalan diş postun stresi uygun dağıtabilmesine bağlıdır. Bu nedenle post seçiminde değişik faktörlerin yanı

sıra restore edilecek kökte stres dağılımına ilişkin post tasarımı önem kazanır (20).

Anatomik olarak kök kanalı kökte merkezi olarak yerleşmiştir ve iç konturu dış konturuna uygundur. Kök kanalı vertikal yönde apexe doğru daralır. Postun şekli mümkün olduğunca kök kanalının anatomik konturunu yakinen izlemelidir (19). Oysa klinik olarak prefabrik post sistemleri kök kanalındaki daralma ve düzensizlik-

ler nedeniyle kök kanalına bütünüyle uymaz (13). Post çevresindeki dentin kalınlığı kuvvet dağılımında etkili olduğu için (9) çalışmamızda postları döküm olarak düşünüp kanala uygun, düz ve konik formda oluşturduk. Postsuz (endodontik tedavide gutta-percha ile doldurulmuş) ve üç farklı metal yapıdan oluşturulan postların çevresindeki dentin kalınlığını eşdeğer aldık. Sementin ince olması ve özelliklerinin dentine benzermesi nedeniyle ihmal edilebileceğini bildiren çalışma (7) doğrultusunda sementi önemsemedik.

Silindirik postlar kanal preparasyonu sonrası apexte ince dentin bırakması ve keskin açılar içermesi nedeniyle kuvvetin bu bölgede yoğunlaşmasına neden olmaktadır (12). Dolayısıyla bu alanda diş yapısını koruyan ve keskin açılar içermeyen konik postları tercih ettik.

Diğer dental apereylerde olduğu gibi postlu sistemlerde de stres konsantrasyonunun yerleşim ve yoğunluğu konusundaki veri yapısal zayıflık ve potansiyel başarısızlık nedenlerini belirlemede önemlidir (20). Homojen olmama ve devamsızlıkların yanı sıra dişin üç boyutlu yapısı ve üzerine etkileyen kuvvetlerin değişkenliği stres analizlerini karmaşık hale sokmaktadır. FEA gibi bilgisayar teknikleri bu sorunları çözmek için son yirmi yıldır kullanılmaktadır (7). Model komponentleri daha benzer şekillendirilebildiği için üç boyutlu FEA metodu iki boyutlu FEA metoduna tercih edilmektedir (17). Çalışmamızda daha gerçekçi bir yaklaşım elde etmek için üç boyutlu FEA sistemini seçtik. SAP 90 programını kullandık. Kanin dişlerin köşe pozisyonu, lateral hareketlerde rehberleyici rolü dikkate alınarak Rubin'in (17) belirttiği (normal dentisyonda 300-1300 N) değerlerin arasından 500 N'lık kuvveti insisopalatinal bölgeden 45°'lik açı ile verdik.

Araştırma bulguları değerlendirildiğinde; gerek dentin gerekse kemik yapıda çekme gerilmeleri endodontik tedavili diş ve farklı metal yapıdaki postlar ile desteklenmiş dişlerde farklılık göstermemektedir. Tüm guruplarda gerilim elentinde postun hemen lingualinde koronal kısımda yer alırken kemikte kök apexinin lingualinde oluşmuştur. Bu bulgu Leary ve ark.nın (11) üst santral ve kanin dişlere lateral yükleme so-

nucu post uygulanmış dişlerin post uygulanmayan dişten daha rijit olmadığını gösteren bulgularına benzerdir. Oysa Davy ve ark. (5) santral dişin midlabial yönde iki boyutlu plane strain FEA modellerinde dentin stresinin postla restore edilmiş dişlerde daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ho ve ark. (17) Üst santral dişte yaptığı benzer çalışmada gerek postlu gerekse postsuz dişlerde maksimal basma gerilimlerini fasialde, çekme gerilimlerini ise lingual dişte tespit etmiş, altın ve paslanmaz çelikte postsuz dişlerden daha az gerilim bölgeleri gözlenmiştir. Çalışmamızda basma gerilimlerinin kemik yapıda değişmediğini ancak dentinde; post uygulanan sistemlerde post uygulanmayana nazaran altın için % 3.75, titanyum % 5, paslanmaz çelik için % 7.5 azalma olduğunu gördük. Bu sonuç Ho ve ark.nın çalışmada uygulanan yük farklılığına karşın benzerdir. Postun etkisi makaslama gerilimlerinde daha çok ortaya çıkmıştır. Altın uygulanan sistemler için % 28 titanyum için % 33, paslanmaz çelik % 40.8 oranında post uygulanmaya göre azalma olmuştur. Kemik yapı dişi uygun tarzda desteklediğinden moment kuvvetlerini kemik abzorbe etmekte, makaslama kuvvetlerini post yapı karşılamaktadır.

Çelik yapının diğerlerine oranla daha rijit olması nedeniyle gerilimler postun kendisinde yoğunlaşmaktadır. Oysa altın ve titanyum esneyerek gelen kuvvetleri etrafına daha çok iletmektedirler.

Sonuç olarak post yapı çekme gerilmeleri yönünden endodontik tedavili dişleri güçlendirmekle beraber basma ve makaslama gerilmelerini dentin yapıda oldukça azaltmaktadır. Farklı metal yapılar arasında paslanmaz çelik post bu kuvvetlere daha uygun, diş kök yapısını koruyan kuvvet dağılımı göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Assif D., Gorfil C.: Biomechanical consideration in restoring endodontically treated teeth, J. Prosthet. Dent., 71 (6) : 565-68, 1994.

2. Assif D., Bitenski A., Pilo R., Ören E.: Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns J. Prosthet. Dent., 69 (1) : 36-40, 1993.
3. Bender I., Freedland J.B. : Adult root fracture, J. Am. Dent. Assoc, 107 : 413-19, 1983.
4. Brandal J.L, Nicholls J.I., Harrington G.W.A. : Comparison of three restorative techniques for endodontically treated anterior teeth J. Prosthet. Dent., 58 (2) : 161-5, 1987.
5. Davy D.T., Dilley G.L., Krejci R.F. : Determination of stress patterns in root-filled teeth incorporating various dowel designs, J. Dent. Res., 60 1301-10, 1981.
6. Guzy G.E., Nicholls J.I. : In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement J. Prosthet. Dent., 42 (1) : 39-44, 1979.
7. Ho, M., Lee S., Chen H.H., Lee M.C.: Three dimensional finite analysis of the effects of posts on stress distribution in dentin J. Prosthet. Dent., 72 (4): 367-72, 1994.
8. Kantor M.E., Pines M.S.: A comparative study of restorative techniques for pulpless teeth J. Prosthet. Dent., 38 (4) : 405-12, 1977.
9. Ko C.C., Chu C.S., Chung K.H., Lee M.C.: Effects of post on dentin stress distribution in pulpless teeth, J. Prosthet. Dent., 68 (3) : 421-7, 1992.
10. Lavdhal, P.E., Nicholls J.I.: Pin retained amalgam cores versus cast gold dowel cores, J. Prosthet. Dent., 38 (5) : 507-14, 1977.
11. Leary J.M., Aquilion S.A., Svare C.W. : An evaluation of post length within the elastic limits of dentin J. Prosthet. Dent., 57 (3) : 277-80, 1987.
12. Lloyd N.P., Palik J.F.: The philosophies of dowel diameter preparation : A literature review, J. Prosthet. Dent., 69 (1) : 32-6, 1993.
13. Loney R.W., Komowicz W.E., Mc Dowell G. : Three dimensional photoelastic stress analysis of the ferrule effect in cast post and cores, J. Prosthet. Dent., 63 (5) : 506-12, 1990.
14. Mattions G.D.: Photoelastic stress analysis of cast-gold endodontic posts J. Prosthet. Dent., 48 (4) : 407-11, 1982.
15. Nayyar A., Mc Donald T.R., Turner F., Koth D.L. : Strength of premolar corono-radicular buildups restored with cast crown, J. Dent. Res., 61-70, 1982.
16. Reinhart R.A., Krejci R.F., Pao Y.C., Stannard J.G.: Dentin stresses in post-reconstructed teeth with diminishing bone support, J. Dent. Res., 62 (9) : 1002-8, 1983.
17. Rubin C., Krishnamurthy N., Capilouto E.: Stress analysis of the human tooth using a three-dimensional finite element model, J. Dent. Res., 62 (2): 82-86, 1983.
18. Sorensen J.A., Engelman M.J.: Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth, J. Prosthet Dent., 63 (5) : 529-36, 1990.
19. Stern N., Hirshtelo Z.: Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations J. Prosthet. Dent., 30 (1): 162-5, 1973.
20. Thorsteinsson T.S., Yaman P., Craig R.G.: Stress analyses of four prefabricated posts, J. Prosthet. Dent., 67 (1) : 30-33, 1992.
21. Trabert K.C., Cooney J.P.: The endodontically treated teeth. Restorative concepts and techniques, Dent. Clin. Ncrth. Am., 28 : 923-51, 1984.
22. Wheeler R.C.: An Atlas of Tooth Form, 4th ed., W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 1969.

TEŞEKKÜR

FEA Çalışmamızdaki katkıları nedeniyle Makina Mühendisi Vedat KARACAER'e teşekkür ederiz.