

ÇELİK VE TİTANYUM POST UYGULANMIŞ ÜST ÖN KESER DİŞTE OLUŞAN GERİLME DAĞILIMININ ÜÇ BOYUTLU SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

Sis Darendeliler Yaman*, Tayfun Alaçam**, Yavuz Yaman***

ÖZET

Bu çalışmada çelik post ve titanyum post uygulanan bir üst ön keser dişte oluşan gerilme dağılımları üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi yardımıyla incelendi. Çalışma farklı post uygulamalarının etkileri yanında, olası farklı yüklemelerin etkilerini de inceledi. Bu amaçla dişe değişik büyüklüklerde kuvvetler uygulandı. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre çelik post ve titanyum post uygulamalarının güvenilirlik açısından belirgin farklılıklar göstermediği belirlendi.

Anahtar kelimeler : Post uygulamaları, üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi

SUMMARY

Analysis of Various Post Applications in a Maxillary Central Incisor by Using Three-Dimensional Finite Element Method

The stress distribution in a maxillary central incisor, which was subjected to various post applications, was determined by using three-dimensional finite element method. Prefabricated steel post and prefabricated titanium post were analyzed. The possible effects of different loading conditions were also studied. It has been determined that the steel and titanium post applications proved to be comparable.

Key words : Post applications, three-dimensional finite element method

GİRİŞ

Endodontik tedaviyi takiben dişlerin rehabilitasyonu amacıyla post uygulamaları yapılmaktadır. Bu işlem tedavinin önemli bir basamağını teşkil etmektedir. Postların kök kanallarına uygulanışı esnasında, diş yapısında gerilmeler oluşmakta ve bunlara bağlı olarak kök kırıkları da olabilmektedir (9).

Diş yapısının kırılmaya olan direnci dişte kalan dentin kalınlığına, post boyuna ve post çapına bağlı olarak değişmektedir (10,12,14).

Yapılan çalışmalarda değişik boyutlarda ve farklı materyalleri içeren postlar kullanılmıştır (2,8,11,13). Standlee ve ark. (16) post boyunun kısalmasının gerilmeleri arttırdığını öne sürmüşlerdir.

Kurer ve ark. (7), Ruemping ve ark. (14) çalışmalarında threaded postları en fazla retansiyon sağlayanlar olarak belirtmişlerdir.

Çalışmamızda üst ön keser dişe uygulanan çelik ve titanyum postların dişin kök yapısında oluşturduğu gerilme dağılımları üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi ile incelendi.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi kullanıldı. Bu amaçla incelenen dişin üç boyutlu modeli hazırlanarak, 292 eleman ve 420 düğüm noktası (node) içerecek şekilde kübik elemanlara bölündü. Çalışmada 1.5 mm ve 2 mm çaplarındaki, çelik ve titanyum threaded postlar incelendi. Post

* GÜ Dişhek. Fak. Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Dr.

** GÜ Dişhek. Fak. Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Prof. Dr.

*** ODTÜ Havacılık Mühendisliği Bölümü, Doç. Dr.

uygulanan dişlerin kronsuz olduğu kabul edildi. Pulpanın post uygulaması yapılmayan 4 mm'lik apikal bölümünün gutta-percha ile doldurulduğu varsayıldı. Alveolar kemik ve etkileri göz önünde tutulmadı. Periodontal ligament ve sement incelenen diğer elemanlara göre çok ince olduklarından dolayı çalışmada ihmal edildi. Çalışmada kullanılan tüm malzemelerin homojen, isotropik ve elastik davranışlara sahip oldukları varsayıldı. Malzemelere ait değerler Tablo 1'de verildi. Modelin incelemesi NASTRAN programı kullanılarak, Silicon Graphics Workstation'da yapıldı. Sonuçlar herhangi bir yüklem altındaki üç boyutlu herhangi bir yapıda oluşan ve σ_x , σ_y , σ_z adı verilen normal gerilmeler (normal stresses) ile τ_{xy} , τ_{x2} , τ_{y2} olarak adlandırılan kayma gerilmelerini (shearing stresses) belli bir formüle göre bünyesinde toplayan Von Mises gerilme değeri (1) cinsinden sunuldu. Çalışmamızda Von Mises değerinin yüksek olduğu durumların, kırılma olasılığının da yüksek olduğunu simgelediği göz önüne alındı.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri

	Elastisite Modülü E (MPa)	Poisson Oranı ν
Dentin	13 000	0.31
Gutta-percha	0.69	0.45
Çelik	200 000	0.31
Titanyum	120 000	0.33

Yüklem incelenen postların niteliğinden dolayı teğetsel kuvvet olarak uygulandı. Bu amaçla klinik uygulamalar esnasında belirlenen tork miktarları kullanıldı (4). Ortalama 0.1095 N.m ve maksimum 0.2485 N.m olarak verilen bu değerler Uygulanan Tork = Yarıçap X Teğetsel Kuvvet X Kuvvet Uygulanan Düğüm Noktası Sayısı formülüne göre her bir durum için gerekli olan teğetsel kuvvetlere dönüştürüldü. Threaded post uygulama süreci vida etkisi gerektirdiğinden, modelleme için gerekli dikey kuvvet miktarı 10 N olarak alındı.

Çalışmamızda ilk olarak sabit bir tork değeri ve

post çapı için, klinik post uygulaması simüle edildi. Post uygulamasının basamaklar şeklinde olduğu kabul edildi ve postun dişe sırasıyla boyunun yaklaşık üçte biri, üçte ikisi ve tamamının girdiği durumlar incelendi. Kuvvet uygulanan düğüm noktası sayıları sırasıyla 18, 36 ve 54 olarak alındı. Uygulanan tork olarak 0.1095 N.m kabul edildi ve inceleme 2 mm çapındaki çelik post için yapıldı.

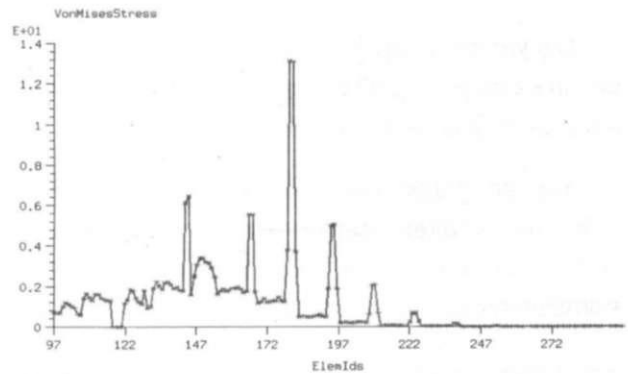
Daha sonra farklı yüklemelerin etkilerini görmek amacıyla, 2 mm'lik çelik postun tamamının girdiği durum göz önünde tutuldu ve diş, maksimum tork olan 0.2485 N.m uygulanmış gibi incelendi.

Çalışmamızda daha sonra çelik post ile titanyum postun karşılaştırılması yapıldı. Bunun için 2 mm çapında titanyum postun tamamı dişe uygulandı ve 0.1095 N.m tork altındaki gerilme değerleri bulundu.

Son olarak farklı post çaplarının gerilme dağılımı üzerindeki etkileri incelendi. Bunun için dişe 1.5 mm çapındaki çelik postun tamamının uygulandığı düşünüldü. Tork değeri olarak 0.1095 N.m alındı.

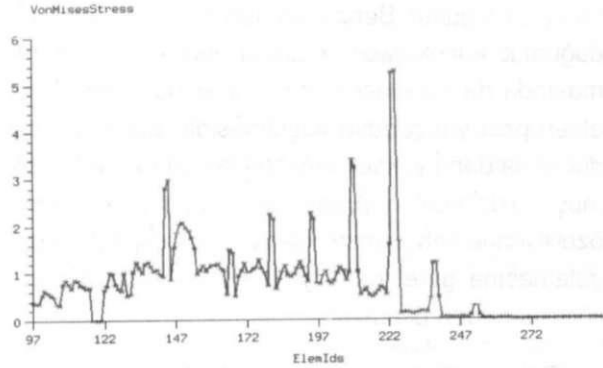
BULGULAR

Postun dişe post boyunun yaklaşık üçte biri kadar girdiği uygulamaya ait olan ve dişin tüm elemanlarda oluşan Von Mises gerilme değerleri gösteren grafik Şekil 1 de sunuldu. En yüksek gerilmeler 142 ve 197 numaralı elemanlar arasında kalan bölgede oluştu ve maksimum gerilme 13.144 MPa olarak bulundu. Yüksek değerlerin dentinin post ile temasta olduğu bölgelerde ve dentinde oluştuğu belirlendi.

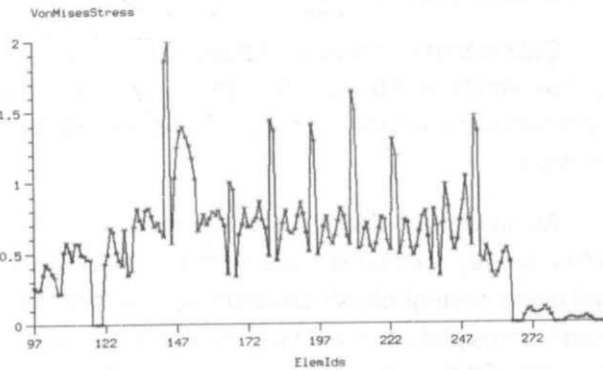


Şekil 1. 2 mm çapında çelik post uygulanmış dişte oluşan Von Mises gerilmeleri (Kök kanalına postun 1/3'ünün uygulandığı durum)

Postun yaklaşık üçte ikisinin ve tamamının girdiği durumlara ait gerilme değerleri Şekiller 2 ve 3'te gösterildi. En yüksek gerilme değerleri sırasıyla 5.27 MPa ve 1.99 MPa olarak bulundu.

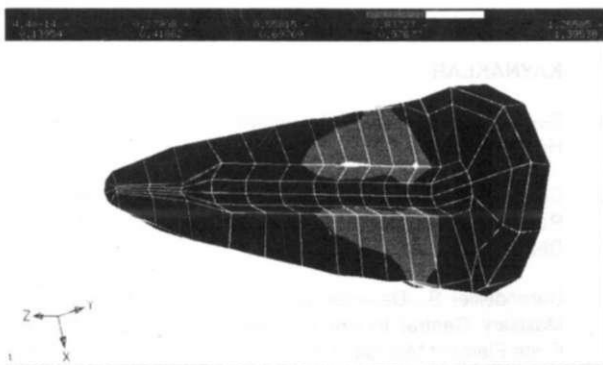


Şekil 2. 2 mm çapında çelik post uygulanmış dişte oluşan Von Mises gerilmeleri (Kök kanalına postun 2/3'ünün uygulandığı durum)



Şekil 3. 2 mm çapında çelik post uygulanmış dişte oluşan Von Mises gerilmeleri

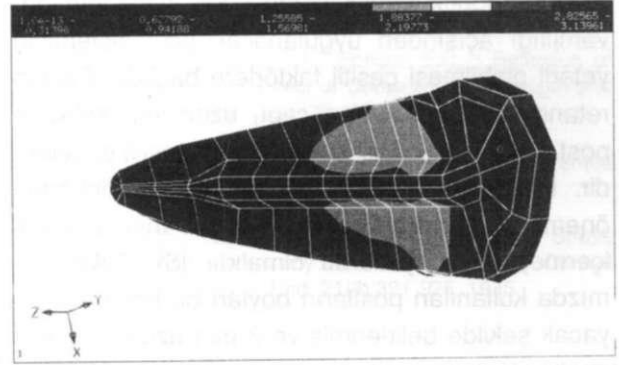
Post boyunca oluşan gerilmeleri göstermek amacıyla postun tamamının girdiği duruma ait sonuçlar, kesit alınmış bir diş için, Şekil 4'te sunuldu. Uygulanan postun uzunluğu boyunca, temasta



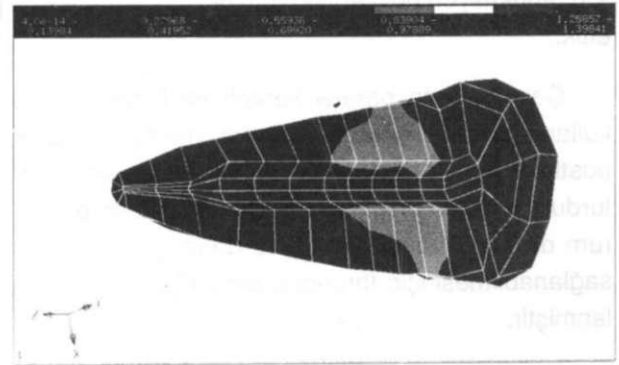
Şekil 4. 2 mm çapında çelik post uygulanmış dişte oluşan Von Mises gerilmeleri

olduğu dentindeki gerilmeleri arttırdığı ve bu gerilmelerin buko-lingual ve meziyo-distal yönlere, posttan uzaklaştıkça azaldığı belirlendi.

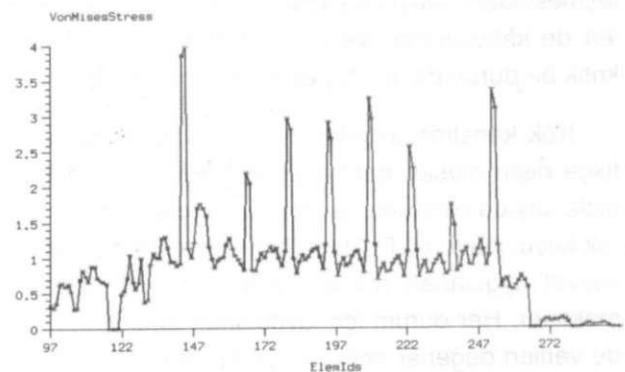
Farklı yüklemelerin etkilerini göstermek için, kesit alınmış dişte bulunan değerler Şekil 5'de sunuldu. Gerilme dağılımı değişmese de artan tork değerinin tüm eleman gerilme değerlerini arttırdığı gösterildi.



Şekil 5. 2 mm çapında çelik post ve maksimum tork uygulanmış dişte oluşan Von Mises gerilmeleri



Şekil 6. 2 mm çapında titanyum post uygulanmış dişte oluşan Von Mises gerilmeleri



Şekil 7. 1.5 mm çapında çelik post uygulanmış dişte oluşan Von Mises gerilmeleri

Titanyum post uygulamasına ait sonuçlar Şekil 6'da sunuldu. Eşit boyutlardaki çelik post uygulamasından farklı sonuçlar elde edilmediği belirlendi.

İnce post uygulamasında dişte oluşan maksimum gerilme 3.98 MPa olarak bulundu ve gerilme değerlerini gösteren grafik Şekil 7'de sunuldu.

TARTIŞMA

Endodontik tedavi sonrası kök yapısının devamlılığı açısından uygulanacak post sisteminin yeterli olabilmesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Postun retansiyonunda; postun çapı, uzunluğu, şekli ve post materyali önemli parametreleri teşkil etmektedir. Post uzunluğu endodontik tedavi yönünden önemli bir yer olan apekse yakın 4 mm lik kısmı içermeyecek boyutlarda olmalıdır (5). Çalışmamızda kullanılan postların boyları bu kriteri sağlayacak şekilde belirlenmiş ve 8 mm uzunluğundaki postlar kullanılmıştır. Uygulanan postların çapları ile diş fraktürleri arasında bir ilişki vardır (17). Bizde çalışmamızda en kritik durumu irdeleyebilmek için fabrikasyon postların en büyük çaplılarını tercih ettik.

Çalışmalarda paralel kenarlı ve konik postlar kullanılmaktadır. Paralel kenarlı postların, konik postlara göre daha düzenli gerilme dağılımları oluşturdukları belirtilmektedir (6). Çalışmamızda bu durum da göz önüne alınmış ve daha iyi retansiyon sağlanabilmesi için threaded silindirik postlar incelenmiştir.

Bu çalışmada alveolar kemik rijid olarak kabul edilmiştir. Bunun nedeni kök kısmında, dişin sabitleşmesinden dolayı oluşacak daha yüksek gerilmeleri de kabullenmek ve dişi olabileceğinden daha kritik bir durumda inceleyebilmektir (1,3,18).

Kök kanalına uygulanan postun uzunluğu arttıkça dişte oluşan gerilmeler dağılım olarak daha fazla sayıda elemana yayılmakta, ancak değer olarak küçülmektedir. Postun kökte ilerlemesi teğetsel kuvvet uygulanan düğüm noktası sayısını arttırmaktadır. Her durum için uygulanan tork, literatürde verilen değerler doğrultusunda sabit kabul edildiğinden, bu varsayım teğetsel kuvvetleri düşürmekte ve bu da daha düşük gerilmelere neden ol-

maktadır. In vivo uygulamalardaki kuvvetler daha sağlıklı olarak belirlenebilir ve bu değerler uygulama sürecinin farklı anlarını yansıtabilirse daha değişik sonuçların elde edilebileceği bahsedilmesi gereken bir olgudur. Benzer bir durumla uygulamış olduğumuz küçük çaplı postların etkilerinin araştırılmasında da karşılaşılmıştır. Ancak bu sefer temel etken post yarıçapının küçülmesidir. Sabit tork bu durumda daha yüksek teğetsel kuvvetlere neden olmuş, bu da incelenen dişte, aynı boyut ve malzeme özelliklerine sahip ancak daha büyük çaplı post uygulamasına göre, daha yüksek gerilmelerin oluşmasına neden olmuştur.

Çalışma dişe uygulanan farklı yüklerin etkilerini de araştırmıştır. Yükün artmasının kırılma olasılığını da arttırdığı gösterilmiştir.

Çalışmamızın sonuçları eşdeğer yükleme koşulları altında, eşit boyutlardaki çelik yada titanyum post kullanımının farklı sonuçlar vermediğini göstermektedir.

Ancak dişlerin endodontik veya restoratif tedavilerinde, diş tek olarak veya herhangi bir protetik yaklaşım desteği olarak düşünüldüğünde biyomekanik prensipler çerçevesinde kök yapısı ile uyumlu olmakla birlikte diş yapısını da koruyan bir sistemin esas alınması gerektiği de belirtilmesi gereken bir olgudur.

Bu çalışmaya ait hesaplamalar TUSAŞ Havacılık ve Uzay Sanayii (TAI) tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Yazarlar sağlanan bu olanaktan dolayı TAI yetkililerine teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

1. Beer F., Johnston R. : Mechanics of Materials, McGraw-Hill, New York, 1993
2. Cohen B.I., Musikant B.L., Deutsch A.S. : Comparison of Retentive Properties of Four Post Systems. J. Prosthet. Dent. 68:264-268,1992.
3. Darendeliler S., Darendeliler H., Kinoglu T.: Analysis of a Maxillary Central Incisor by Using a Three-Dimensional Finite Element Method. J. Oral Rehabil., 19:371-383, 1992.
4. Deutsch A.S., Musikant B.L., Cavallari J., Trichtler D., Lepley J.B. : Torque Placed by Dentists on Prefabricated Threaded Posts. J. Prosthet. Dent. 53:323-325, 1985.

5. Ho M-H., Lee S., Chen H., Lee M. : Three-Dimensional Finite Element Analysis of the Effects of Posts on Stress Distribution in Dentin. *J.Prosthet. Dent.*, 72:367-372, 1994.
6. Johnson J.K., Sakumura J.S. : Dowel Form and Tensile Force. *J. Prosthet. Dent.*, 40:645-649,1978.
7. Kurer H.G., Combe E.C., Grant A.A. : Factors Influencing the Retention of Dowels. *J. Prosthet. Dent.*38:515-525, 1977.
8. Laurell K.A., O'Neilly P. :Retentive Characteristics of an Internally Threaded Post System. *J.Prosthet. Dent.* 69:258-261, 1993.
9. Lloyd P.M., Palik J.F. : The Philosophies of Dowel Diameter Preparation: A Literature Review. *J.Prosthet. Dent.* 69:32-36,1993.
10. Mattison G: Photoelastic Stress Analysis of Cast-Gold Endodontic Posts. *J. Prosthet. Dent.* 48: 407-411, 1982
11. Milot P., Stein R.S. : Root Fracture in Endodontically Treated Teeth Related to Post Selection and Crown Design. *J. Prosthet. Dent.* 68: 428-435, 1992.
12. Obermayr G., Walton R.E., Leary J.M., Krell K.V. : Vertical Root Fracture and Relative Deformation During Obturation and Post Cementation. *J. Prosthet. Dent.* 66:181-187, 1991.
13. Ross R.R., Nicholls J.J., Herrington G.W. : A Comparison of Strains Generated During Placement of Five Endodontic Posts. *J. Endodont.* 17(9): 450-456, 1991.
14. Ruemping D.R., Lund M.R., Schnell R.J. : Retention of Dowels Subjected to Tensile and Torsional Forces. *J. Prosthet. Dent.* 41: 159-162, 1979.
15. Sorensen J.A., Martinoff J.T. : Clinically Significant Factors in Dowel Design. *J.Prosthet. Dent.* 54:28-35, 1984.
16. Standlee J.P., Caputo A.A., Honson E.C. : Retention of Endodontic Dowels: Effect of Cement, Dowel Length and Design. *J. Prosthet. Dent.* 39:401-405, 1978.
17. Turner C.H., Willoughby A.F.W. : The Retention of Vented Cast Dental Post. *J.Dent. Res.* 13:267-270,1985.
18. Yaman S.D., Alaçam T., Yaman Y. : Analysis of Stress Distribution in a Vertically Condensed Maxillary Central Incisor Root Canal. *J. End.* 21(6):321-325, 1995.