

## ÇEŞİTLİ POST-CORE VE PORSELEN KRON UYGULANMIŞ ÜST ÖN KESER DİŞTE OLUŞAN GERİLME DAĞILIMININ ÜÇ BOYUTLU SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

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

### ÖZET

Bu çalışmada altın post-altın core, çelit post-amalgam core, çelik post-kompozit core, titanyum post-amalgam core ve titanyum post-kompozit core uygulanan ve her durumda porselen kron kaplı olarak varsayılan bir üst ön keser dişte oluşan gerilme dağılımları üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi yardımıyla incelendi. Çalışma farklı post-core uygulamalarının etkilerini araştırmakla birlikte, olası farklı yüklemelerin etkilerini de inceledi. Bu amaçla dişe değişen büyüklüklerde kuvvetler uygulandı. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre altın post-altın core uygulamasının güvenilirlik açısından en olumlu sonuçları verdiği belirlendi.

**Anahtar kelimeler :** Post-core sistemleri, üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi

### SUMMARY

#### Analysis of Various Post-Core 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-core applications, was determined by using three-dimensional finite element method. Cast gold post and core, prefabricated steel post, prefabricated titanium post were analyzed. In the case of prefabricated posts, amalgam and composite were taken to be the core materials. For each of the cases analyzed, the tooth was assumed to have the same porcelain crown. The possible effects of different loading conditions were also studied. It has been determined that the cast gold post and core application proved to be the most efficient one.

**Key words :** Post and core systems, three-dimensional finite element method.

### GİRİŞ

Aşırı harabiyet gösteren endodontik tedavili dişlerin onarımları için çeşitli post-core uygulamalarından yararlanılabilmektedir. Post-core'ların gelen yükleri en uygun şekilde destek dokulara ve köke ilettiği ve dişi güçlendirdiği bildirilmektedir (1, 7, 8, 12). Buna karşın post-core uygulamalarının dişte fraktürlere neden olduğu da çeşitli invitro ve invivo çalışmalarında öne sürülmektedir (6, 13).

Günümüzde çeşitli post-core uygulamaları yapılmaktadır. Bunlardan bir grup olan döküm post-core uygulamaları bazı hekimlerce tercih edilmekte ve bu tür uygulamalarda kullanılan altın'ın üstün fiziksel özellikleri önemli bir neden olarak ileri sürül-

mektedir. Diğer bir yaklaşım ise, düz yüzeyli, tapered, silindirik ya da threaded silindirik tiplerde bulunan çelik ya da titanyum hazır postların kullanılmasıdır. Bu tür uygulamalarda core materyali olarak amalgam ya da farklı kompozitlerden yararlanılmaktadır (2).

Post-core uygulaması yapılan dişlerde oluşan gerilme dağılımları çeşitli çalışmalarda farklı yöntemlerle incelenmiştir (10, 11, 12, 14). Ancak çalışmalarda standard bir yükleme kullanılmayıp, farklı çalışmaların sonuçlarını sağlıklı olarak irdelemeyi olanak dışı bırakmaktadır.

Çalışmamızda, bir üst ön keser dişte, endodontik tedavi sonrası yapılan farklı post-core uygula-

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

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

\*\*\* OTDÜ Havacılık Mühendisliği Bölümü, Doç. Dr.

maları güvenilirlik açısından karşılaştırılmıştır. Bu amaçla altın post-core uygulaması ve titanyum ya da çelik post ile kompozit ya da amalgam core kullanılarak yapılan çeşitli uygulamaların gerilme dağılımları üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Farklı niteliklerdeki post-core'ların yanısıra aynı post-core uygulaması farklı yüklerin altında da incelenmiş ve böylece yük değişimlerinin de etkisi saptanmıştır.

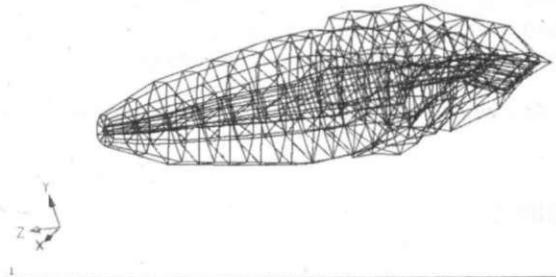
### MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi kullanıldı. İncelenen dişin üç boyutlu modeli hazırlanarak, 292 eleman ve 420 düğüm noktası (node) içerecek şekilde kübik elemanlara bölündü. Yükleme dişin kesici kenarına diş eksenine paralel 26 derece açı yapacak şekilde uygulandı (5, 19) ve farklı yüklerin etkileri de araştırıldı. Bu nedenle döküm altın post, altın core uygulaması yapılan dişe 100 N, 200 N ve 250 N'luk kuvvetler uygulandı. Çelik veya titanyum post ile amalgam veya kompozit core uygulaması yapılan dişlerde ise 200 N kuvvet kullanıldı. Post-core uygulanan dişlerin 1 mm kalınlığında porselen kaplı olduğu kabul edildi. Alveolar kemik ve etkileri göz önünde tutulmadı. Periodontal ligament, sement ve çeşitli simantasyon ajanları da çok ince olduklarından ve genel gerilme dağılımında önemli rol oynayamayacaklarından dolayı çalışmada ihmal edildi. Prefabrike postların 2 mm çapında silindirik oldukları kabul edildi. Bu tür uygulamalarda post kök boyunun yaklaşık 2/3 ünü kapsayacak şekilde yerleştirildi ve pulpanın post uygulaması yapılmayan 4 mm'lik apikal bölümünün gutta-percha ile doldurulduğu kabul edildi. Çalışmada kullanılan tüm malzemelerin homojen, isotropik ve elastik davranışlara sahip oldukları varsayıldı. Malzemelere ait değerler Tablo I'de verildi. Dişin oluşturulan üç boyutlu modeli Şekil 1'de gösterildi. Modelin incelenmesi NASTRAN programı kullanılarak, Silicon Graphics Workstation'da yapıldı. Sonuçlar Von Mises gerilmesi cinsinden verildi (3, 16). Herhangi bir yüklemeye altında ve üç boyutlu yöntem ile incelenen bir yapıda  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$  adı verilen normal gerilmeler (normal stresses) ve  $\tau_{xy}$ ,  $\tau_{xz}$ ,  $\tau_{yz}$  olarak adlandırılan kayma gerilmeleri (shearing stresses) bir örnek eleman üzerinde sunuldu (Şekil 2). Çalış-

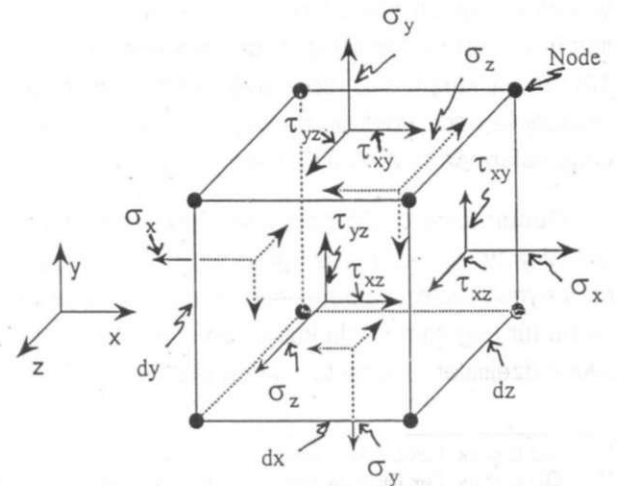
**Tablo I:** Çalışmada Kullanılan Malzemelerin Mekanik Özellikleri

	Elastisite Modülü E (MPa)	Poisson Oranı $\nu$
Dentin	13 000	0.31
Gutta-percha	0.69	0.45
Altın	77 000	0.33
Çelik	200 000	0.31
Titanyum	120 000	0.33
Amalgam	13 800	0.30
Kompozit	9 000	0.28
Porselen	69 000	0.28

mamızda Von Mises değerinin, yüksek olduğu durumlarda kırılma olasılığının da yüksek olduğunu simgelediği göz önüne alındı.



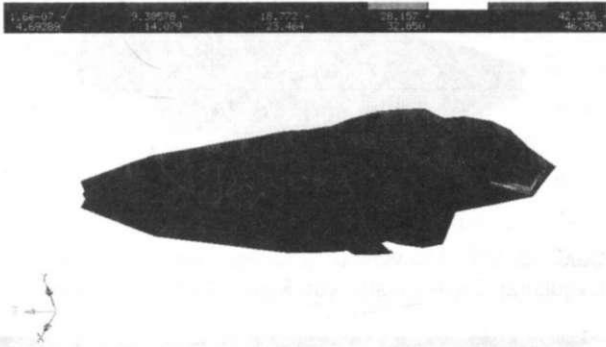
**Şekil 1.** Üç Boyutlu Sonlu Elemanlar Yönteminde Kullanılan Bir Örnek Elemandaki Eksenler ve Gerilmeler



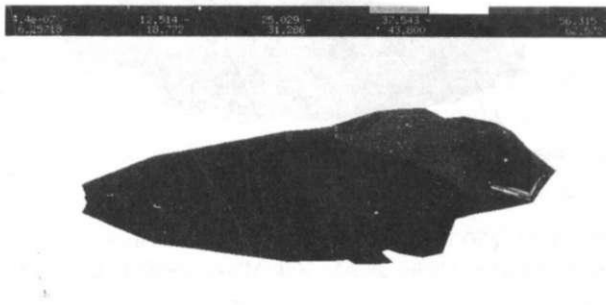
**Şekil 2.** Çalışmada Kullanılan Üç Boyutlu Diş Modeli

## BULGULAR

Çalışmamızda ilk olarak farklı yüklerin etkileri araştırıldı ve bu amaçla kök kanalının morfolojik özelliklerine uygun, döküm altın post altın core uygulaması yapılan bir dişte sırasıyla 150, 200 ve 250 Newtonluk kuvvetler uygulandığında, Von Mises gerilmesi cinsinden elde edilen değerler sırasıyla Şekiller 3, 4 ve 5'de gösterildi. En yüksek gerilme değerleri 150 N için 46.929 MPa, 200 N için 62.572 MPa, 250 N için ise 78.215 MPa olarak bulundu. Bu maksimum gerilmeler dişin insizal kenarında oluştu ve koleye doğru azalarak kök kısmında en küçük değerlere indi. Yükün artmasının gerilme değerlerini arttırdığı da gözlemlendi.



Şekil 3. 150 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan Von Mises Gerilme Dağılımı



Şekil 4. 200 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan Von Mises Gerilme Dağılımı

Von Mises gerilmesinin önemini belirtmek için 200 N yük ve altın post-core uygulanan dişte oluşan normal gerilmeler ve kayma gerilmeleri Şekiller 6-11'de sunuldu. Bu gerilme dağılımlarının Şekil 4'de verilen Von Mises değerlerine göre çok küçük oldukları belirlendi.



Şekil 5. 250 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan Von Mises Gerilme Dağılımı



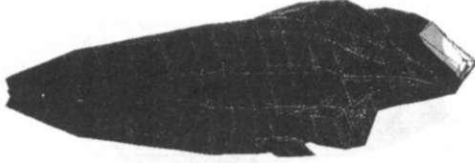
Şekil 6. 200 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan sx Gerilme Dağılımı



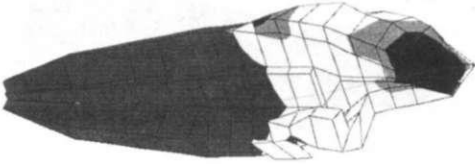
Şekil 7. 200 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan sy Gerilme Dağılımı



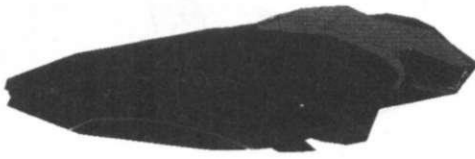
Şekil 8. 200 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan sy Gerilme Dağılımı



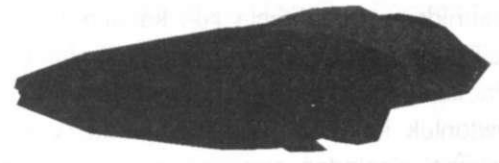
Şekil 9. 200 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan txz Gerilme Dağılımı



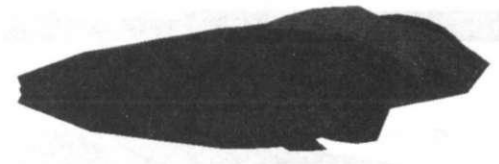
Şekil 10. 200 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan tyz Gerilme Dağılımı



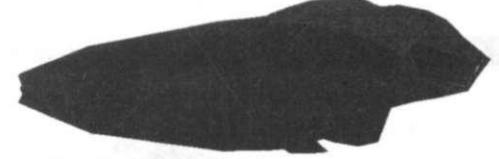
Şekil 11. 200 N Kuvvet ve Altın Post-Altın Core Uygulanan Dişte Oluşan tzx Gerilme Dağılımı



Şekil 12. 200 N Kuvvet ve Çelik Post-Amalgam Core Uygulanan Dişte Oluşan Von Mises Gerilme Dağılımı



Şekil 13. 200 N Kuvvet ve Çelik Post-Kompozit Core Uygulanan Dişte Oluşan Von Mises Gerilme Dağılımı

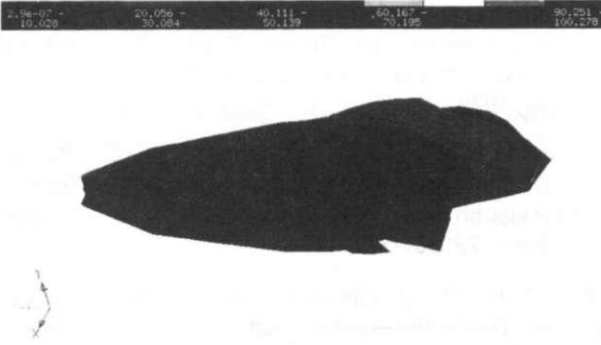


Şekil 14. 200 N Kuvvet ve Titanyum Post-Amalgam Core Uygulanan Dişte Oluşan Von Mises Gerilme Dağılımı

Çelik ya da titanyum post kullanılan çalışmalarda modellenmesinde tüm sonuçlar 200 N kuvvet için elde edildi. Çelik post- amalgam core uygulamasından elde edilen sonuçlar Şekil 12 de, çelik post-kompozit core uygulamasının değerleri ise Şekil 13 de sunuldu. En yüksek gerilme değerleri amalgam core için 91.505 MPa, kompozit core için 100.286 MPa olarak bulundu. İki uygulamada da

diş, yükleme ve post özellikleri eşdeğer alındı.

Çalışmamızda son olarak çelik post ile titanyum postun karşılaştırılması yapıldı. Titanyum post-amalgam core uygulaması Şekil 14 de gösterildi. Titanyum post-kompozit core uygulamasına ait sonuçlar da Şekil 15 de verildi. En yüksek Von Mises gerilme değerleri sırasıyla 91.503 MPa ve 100.278 MPa olarak elde edildi.



Şekil 15. 200 N Kuvvet ve Titanyum Post-Kompozit Core Uygulanan Dişte Oluşan Von Mises Gerilme Dağılımı

## TARTIŞMA

Post-core dizaynının temel amacı retansiyon sağlanması ve dişte oluşacak gerilmelerin diş yapılarına en uygun şekilde iletilmesidir. Post-core yapımının gerek post, gerekse core bölümleriyle ilgili çok sayıda çalışmalar yapılmıştır (9, 13, 15) Kanal tedavili dişlerin post ve core'unun yapımı, dişhekimliği klinik uygulamalarında bu konudaki standard prensiplere göre üzerinde en çok değişiklik yapılan konuların önünde gelmektedir. Post bölümünde seçilen malzeme, post uzunluğu, konikliği, çap ve yüzey şekli ile ilgili çok sayıda düşünceler ortaya atılmıştır. Bunun yanında her tür dişe uygun olabilecek ve klinisyeni zorlamayacak üniversal bir teknik bulunmamaktadır.

Çalışmamızda post uzunluğu olarak üst ön kesici dişlerde endodontik tedavi açısından önem taşıyan apikal 4 mm lik tıkama mesafesini sağlayacak standard 8 mm lik post uzunluğu esas alınmıştır. Post çapı ve fraktür rezistansı ilişkisinde fabrikasyon postlar için halen piyasada mevcut en büyük çaplar esas alınmış, altın döküm içinse dişin morfolojik yapısı ile uyum sağlayacak şekilde uygun modelleme yapılmıştır. Standardizasyon ve piyasada mevcut şekiller açısından modelimizde silindirik tasarım esas alınmıştır.

Çalışmamızda core yapımı için altın, kompozit ve amalgam yapılar ele alınmıştır. Araştırmalarda core yapımı için çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Bunlar için altın diğer malzemelere göre üstün fiziksel özellikler sergilemektedir. Kompozitler kul-

lanımlarının pratik olması ve çabuk uygulanabilirlikleri nedeniyle tercih edilmektedirler. Fakat kronun altında, ortama bağlı olarak su emilimi fazla olmakta bu da kompozitin yapısal stabilitesini bozabilmektedir (17). Amalgam core'lar ise iyi mekanik özellikleri nedeniyle kompozitlere göre daha avantajlıdır. Ancak sertleşmeleri zaman almakta, bu da hasta açısından olumsuz olabilmektedir.

Çalışmamızda Von Mises kriteri kullanılmıştır. Buna göre dişte oluşan tüm normal ve kayma gerilmeleri belli bir formüle göre tek bir gerilme cinsinden ifade edilmiş ve yüksek Von Mises değerlerinin kırılma olasılığının da yüksek olduğunu gösterdiği kabul edilmiştir (16). Von Mises değerinin kendini oluşturan tüm normal ve kayma gerilmelerinden yüksek olduğu gösterilmiş ve bu da onlardan herhangi birini temel alarak yapılacak bir çalışmanın gerçekten uzak yorumlamalara neden olacağını sergilemiştir.

Sunulan şekillerdeki gerilmelerin herhangi bir simetri göstermemeleri de, bahsedilmesi gereken bir olgudur. Aslında simetrik olmayan bir yapıya sahip olan diş, iki boyutlu olarak yapılan sonlu elemanlar incelemelerinde kaçınılmaz bir şekilde simetrik olarak ele alınmakta ve bu yaklaşım bazı gerçek dağılımların gözardı edilmesine yol açmaktadır. Üç boyutlu yaklaşımlar, bu kısıtlamaların kaldırılması ve gerçekle daha uyumlu modellemelerin yapılabilmesi açısından çok olumludur.

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 (3, 4, 18).

Çalışmada dişe gelen farklı yüklerin etkilerini de araştırılmıştır. Yükün artmasının kırılma olasılığını da arttırdığı gösterilmiştir. Bu çalışma her ne kadar travmatik yüklerin etkilerini sunmadıysa da, çalışma sürecinde yapılan incelemeler, bu durumlarda dişteki kayma gerilmelerinin büyük miktarlarda arttığını ve bunun da Von Mises gerilmelerini çok yükselttiğini göstermektedir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre eşdeğer yük-



me koşulları altında, prefabrike post kullanılan tüm uygulamalar döküm altın post-core uygulamalarına göre daha yüksek gerilme değerleri verilmektedir. Bu da döküm altın post- altın core uygulamalarının klinik açıdan en olumlu sonuçları verebileceğini göstermektedir. Burada temel etken core malzemesinin altın olması ve güçlü fiziksel özellikleriyle gelen yüklere daha iyi dayanmasıdır. Prefabrike post kullanılan uygulamalar eşit core malzemesi için benzer dağılım ve değerler göstermekte ve bu da incelenen konfigürasyonda, post malzemesinin etkin bir rol oynamadığını belirtmektedir.

Gerilme dağılımının en iyi şekilde destek dokulara ve dişe iletilmesini sağlayan postların fonksiyonları, aralarındaki etkileşim nedeniyle, core özelliklerine de bağlıdır. Bu açıdan core yapının post ve dişin mekanik özellikleriyle uyumlu malzemelerden seçilmesi her zaman daha olumlu sonuçlar verecektir.

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

#### KAYNAKLAR

- Assif D., Gorfil C.: Biomechanical Considerations in Restoring Endodontically Treated Teeth. J. Prosthet. Dent., 71:565-567, 1994.
- Assif D., Bitenski A., Pilo R., Oren E.: Effect of Post Design on Resistance to Fracture of Endodontically Treated Teeth with Complete Crowns. J. Prosthet. Dent., 63:36-40, 1993.
- Beer F., Johnston R.: Mechanics of Materials, McGraw-Hill, New York, 1993.
- Darendeliler S: Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak Yapılan Üç Boyutlu Gerilme Analizi ile Mine Preparasyon Teknikleri ve Pin Kullanımını Kapsayan Çeşitli Ön Diş Restorasyonlarının Kıyaslanarak Kırılma Olasılığı En Az Olan Restorasyon Tipinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 1988.
- Darendeliler S., Darendeliler H., Kırnoğlu T.: Analysis of a Maxillary Central Incisor by Using a Three-Dimensional Finite Element Method. J. Oral Rehabil., 19:371-383, 1992.
- Guzy G.E., Nicholls J.I.: In Vitro Comparison of Intact Endodontically Treated Teeth with or without Endo-post Reinforcement. J. Prosthet. Dent., 42:39-44, 1979.
- 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.
- Ko C., Chu C., Chung K., Lee M.: Effects of Posts on Dentin Stress Distribution in Pulpless Teeth. J. Prosthet. Dent., 68:421-427, 1992.
- Laurell K.A., O'Neilly P.: Retentive Characteristics of an Internally Threaded Post System. J. Prosthet. Dent., 69:258-261, 1993.
- Leary J.M., Jensen M.E., Sheth J.J.: Load Transfer of Posts and Cores to Roots Through Cements. J. Prosthet. Dent., 62:298-302, 1989.
- Loney R.W., Kotowicz W.E., McDowell G.C.: Three-Dimensional Photoelastic Stress Analysis of the Ferrule Effect in Cast Post and Cores. J. Prosthet. Dent., 63:506-512, 1990.
- Peters M.C.R.B., Poort H.W., Farah J.W., Craig R.G.: Stress Analysis of a Tooth Restored with a Post and Core. J. Dent. Res. 6(6):760-763, 1983.
- Sorensen J.A., Martinoff J.T.: Intracoronary Reinforcement and Coronal Coverage: A Study of Endodontically Treated Teeth. J. Prosthet. Dent., 51:780-784, 1984.
- Standlee J.P., Caputo A.A.: The Retentive and Stress Distributing Properties of Split Threaded Endodontic Dowels. J. Prosthet. Dent., 68:436-442, 1992.
- Thorsteinsson T.S., Yaman P., Craig R.G.: Stress Analysis of Four Prefabricated Posts. J. Prosthet. Dent. 67:30-33, 1992.
- Ugural A.C., Fenster S.K.: Advanced Strength and Applied Elasticity. Elsevier North-Holland Publishing Company, New York, 1977.
- Yaman P., Thorsteinsson T.S.: Effect of Core Materials on Stress Distribution of Posts. J. Prosthet. Dent. 68:416-420, 1992.
- Yaman D.S.: Sonlu Elemanlar Yöntemi ve Diş Hekimliğindeki Uygulamalar. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 5(1):87-96, 1995.
- 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.