

**EĞİK (DİLACERE) KÖKLÜ BİR DİŞTE VE DESTEK
DOKULARINDA OKLUZAL YÜKLER ALTINDA OLUŞAN
STRESLERİN VE DEPLASMANLARIN SONLU ELEMANLAR
STRES ANALİZİ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

Emine ÇELİK* Ergun AYDINLIK**

ÖZET

İzole bir dişte ve destekleyici dokularında okluzal yük altında ortaya çıkan deplasmanların ve streslerin sonlu elemanlar stres analizi yöntemi ile incelendiği bu araştırmada, normal ve eğik (dila-cere) olmak üzere kök biçimi ve aksial, mezio - oblik, disto - oblik olmak üzere üç tip lükleme değişken olarak alınmıştır. Her iki dişin bu okluzal yükler altındaki durumu karşılaştırılarak, eğik köklü dişin dayanaklık açısından bir risk faktörüne sahip olup olmadığı tartışılmış ve böyle bir dişin uygun bir dayanak olarak işlev görebilmesi için splintlemenin önemi desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler : Eğik köklü - izole dişler, okluzal yükler, sonlu elemanlar stres analizi.

SUMMARY

**EVALUATION OF STRESSES AND DISPLACEMENTS
GENERATED IN A DILACERATED TOOTH AND ITS
SUPPORTING TISSUES UNDER OCCLUSAL LOADS**

In the present study, it has been investigated the stresses and displacements generated in an isolated tooth and its supporting

(*) H.Ü. Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Dr.
(**) H.Ü. Dişhekimliği Fak. Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Prof. Dr.

tissues under occlusal loads by finite element stress analysis method. Two types of teeth, one of which is normal, and the other, curved rooted have been taken as two experimental cases. Three types of loads were applied as; 1. axial, 2. mesiooblique and 3. disto - oblique.

By comparing the two types of teeth under those different loads, we tried to determine whether a risk factor is present or not due to the curved root.

Key words : Dilacerated - isolated teeth, Occlusal loads, Finite elements stress analysis.

GİRİŞ

Dilaserasyon, dişlerin formasyonunda keskin bir bükülme veya eğrilme ile sonuçlanan bir bozukluktur (5). Mekanik travma en eski ve en popüler dilaserasyon nedeni olarak gösterilmiştir. Ancak intrauterin yaşamda dişin gelişimi esnasında gözlenen dilaserasyon, mekanik travma teorisine karşı bir görüş getirmiştir (5). Açısal bozulma kromda veya kökde ve özellikle daimi maksiller kesicilerde gözlenmiştir (5). Kökdeki eğrilmeler her yöne olabileceği için birkaç açıdan radiograf almak gerekir (Resim 1). Radiküler dilaserasyonlar cerrahi işlem sırasında komplikasyonlara neden olabilirler (5).

Destek dişlerin yük taşıyabilme kapasiteleri, dişin köklerinin sayısı, formu ve kemik desteği ile doğrudan ilişkilidir (9).

Bu dişlere iletilen streslerin büyüklüğü ise şu faktörlere bağlıdır :

Destek dişler arasındaki uzunluk (10),

Destekleyici kemik dokusunun niteliği (10)

Kroşelerin niteliği ve dizaynı (10)

Periodontal membran alanı (7)



Resini 1 : Eğik köklü bir premolar diş.

Klinik kron-kök oranı (1,7),

Rest dizaynı (10),

Kök boyu ve biçimi (3).

Tek başına duran premolar rotasyonel kuvvetlere karşı koymak zorunda olduğundan zayıf bir dayanaktır (10). Dayanak olarak düşünülen dişin kök biçiminin dişin etkinliği üzerinde önemli bir etkisi vardır. İncelen veya konik kökler —çok az bir kemik kaybı bile ataçman alanını çok fazla azaltacağı için— uygun değildir. Kökleri divergant veya eğri olan çok köklü dişler, tek köklülerden veya kökleri kaynaşmış (fused) çok köklülerden daha güçlü dayanaktırlar (10).

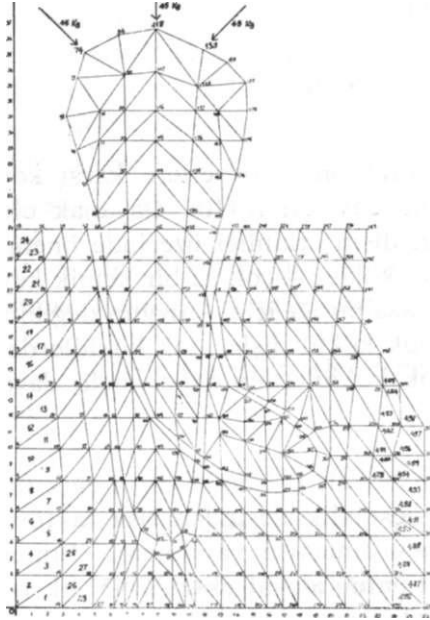
Bu araştırma tek başına duran bir alt premolar dişin eğik (dilacere) bir köke sahip olmasının, desteklik açısından risk faktörüne sahip olup olmadığını incelemek amacıyla yapılmıştır. Bunun için düz ve kökünün ortasından itibaren aksial eksenle 45° lik açı yapacak biçimde distale eğik olmak üzere, kök biçimi ve uygulanan kuvvetin yönü değişken alınarak, izole bir alt premolar dişde

ve destekleyici dokularındaki deplasmanların ve streslerin dağılımını sonlu elemanlar stres analizi yöntemi ile incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Araştırmamızda dişhekimliğinin birçok alanında kullanılmakta olan (1,3,4,6, 8,11,13) sonlu elemanlar stres analizi yönteminin düzlem stres tipi kullanılmıştır. Bunun için SAP IV adlı genel amaçlı bir sonlu elemanlar bilgisayar programından yararlanılmıştır (2).

Araştırma için izole bir alt premolar diş kullanılmıştır. Orijinal boyutundan (12) 15 kez büyütülerek elde edilen matematiksel diş modeli (Şekil 1) 307 düğüm noktası ve 498 elemandan oluşmaktadır. Diş, kemik ve periodontal membrana ait materyal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1 : Diş, periodontal membran ve kemik elemanlarını içeren matematiksel model.

	Young modülü (Elastisite modülü)		Kasma modülü (ν)
	(kg/cm ²)	Poisson oranı	
Diş	0.183 EG	0.31	0.689 E5
Periodonsiyum	0.148 E2	0.49	0.496 E4
Kemik	0.197 E6	0.34	0.735 E5

Alveol kemiğinin anterior, posterior ve alt sınırını oluşturan düğüm noktalarının hareketlilik sınır koşulu (1) olarak gösterilmiştir.

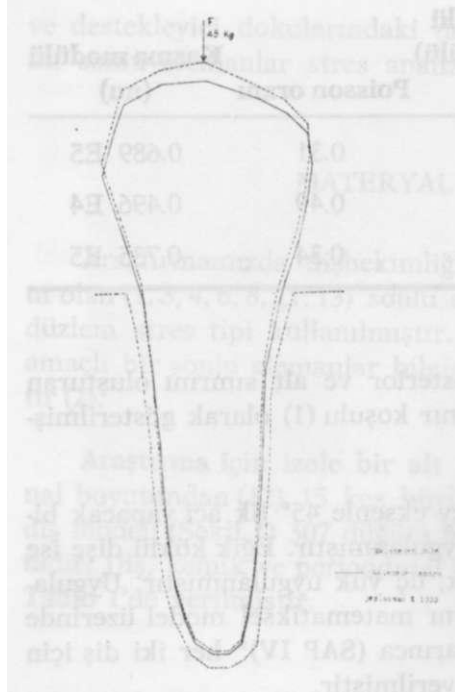
Düz köklü diş, aksial ve dikey eksenle 45° lik açı yapacak biçimde oblik olmak üzere iki yük uygulanmıştır. Eğik köklü diş ise aksial, mezio - oblik ve disto - oblik, üç yük uygulanmıştır. Uygulanan yük 45 kg'dır. Her iki diş aynı matematiksel model üzerinde gösterilmiş ve veriler program uyarınca (SAP IV)* her iki diş için ayrı ayrı kodlanarak bilgisayara verilmiştir.

BULGULAR

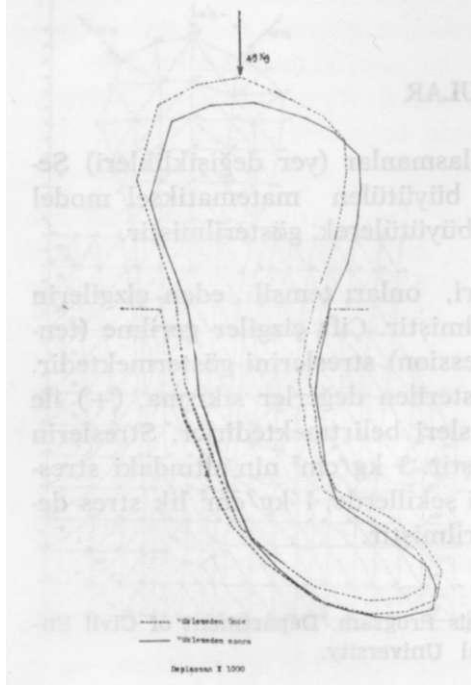
Dişin sınırlarında oluşan deplasmanlar (yer değişiklikleri) Şekil 2-6'da gösterilmiştir. 15 kez büyütülen matematiksel model üzerinde deplasmanlar 1000 kez büyütülerek gösterilmiştir.

Streslerin değerleri ve yönleri, onları temsil eden çizgilerin uzunluğu ve açılmaları ile belirtilmiştir. Çift çizgiler gerilme (tension), tek çizgiler sıkışma (compression) streslerini göstermektedir. Bilgisayar çıktılarında (—) ile gösterilen değerler sıkışma, (+) ile gösterilenler ise gerilme tipi stresleri belirtmektedirler. Streslerin dağılımı Şekil 7-11'de gösterilmiştir. 3 kg/cm² nin altındaki stresler ihmal edilmiştir. 15 büyütme şekillerde, 1 kg/cm² lik stres değerleri 0.5 cm'lik vektörle gösterilmiştir.

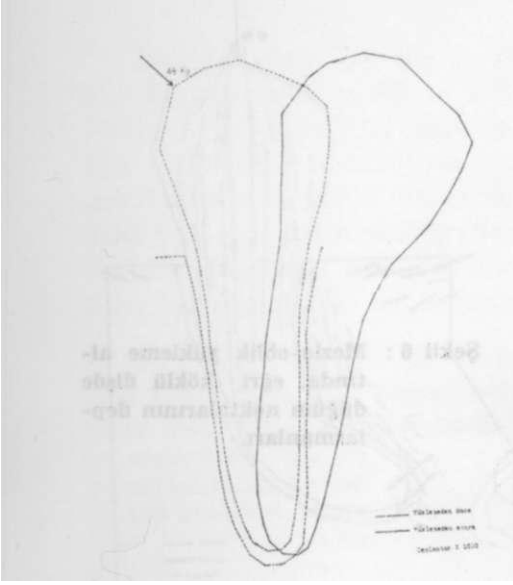
(*) SAP IV. A General Stress Analysis Program. Department of Civil Engineering Middle East Technical University.



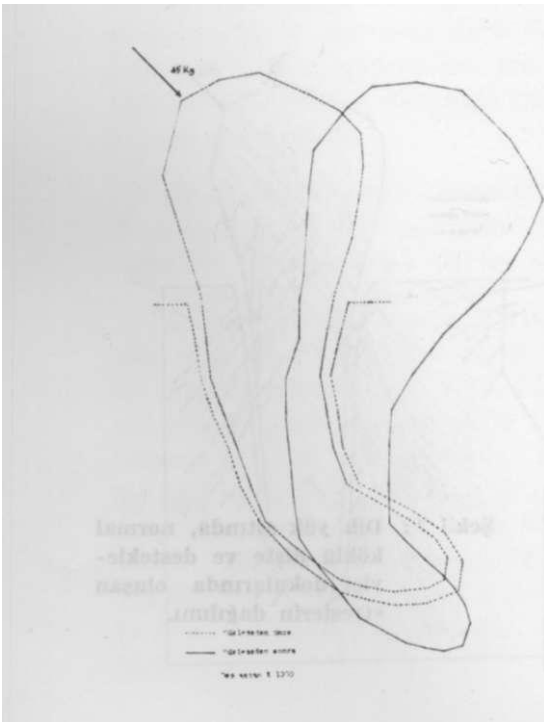
Şekil 2 : Normal köklü dişde, düğüm noktalarının dikey yükleme altındaki deplasmanları.



Şekil 3 : Eğri köklü dişde, düğüm noktalarının dikey yükleme altındaki deplasmanları.



Şekil 4 : Disto-oblik yükleme altında, normal köklü dişde düğüm noktalarının deplasmanları.

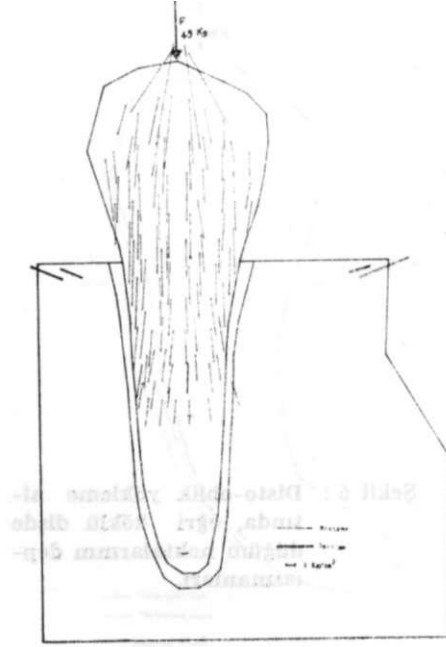


Şekil 5 : Disto-oblik yükleme altında, eğri köklü dişde düğüm noktalarının deplasmanları.

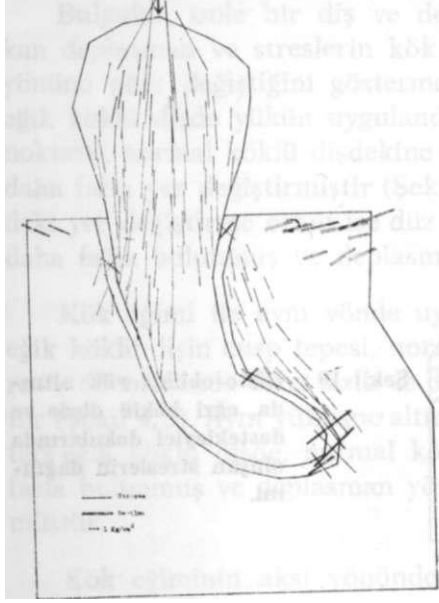
EĞİK KÖKLÜ DİŞTE STRES ANALİZİ



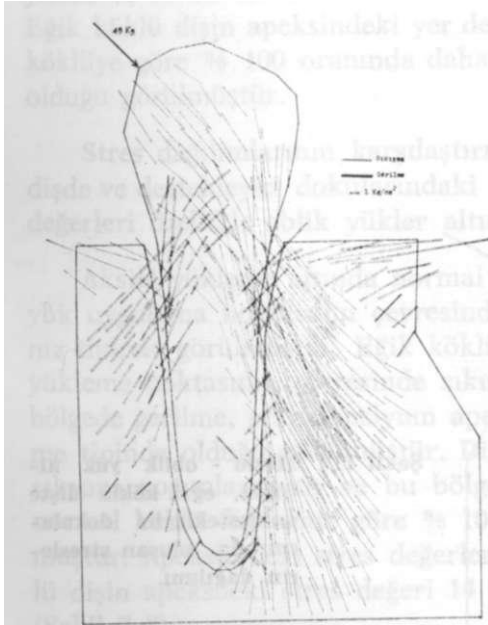
Şekil 6 : Mezio-oblik y¼kleme altında, eğri kökl¼ dişde düğüm noktalarının deplasmanları.



Şekil 7 : Dik y¼k altında, normal kökl¼ dişte ve destekleyici dokularında oluşan streslerin dağılımı.

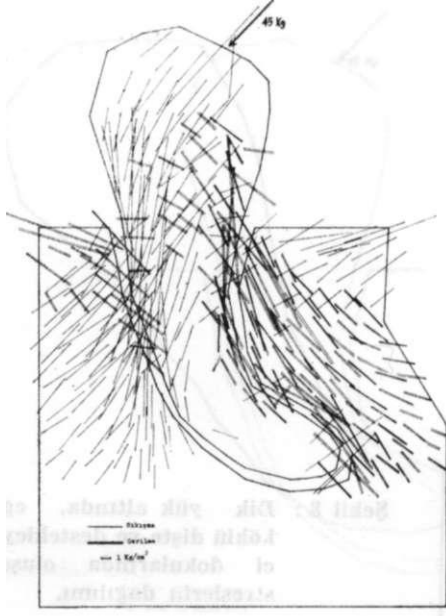


Şekil 8 : Dik yük altında, eğri köklü dişte ve destekleyici dokularında oluşan streslerin dağılımı.

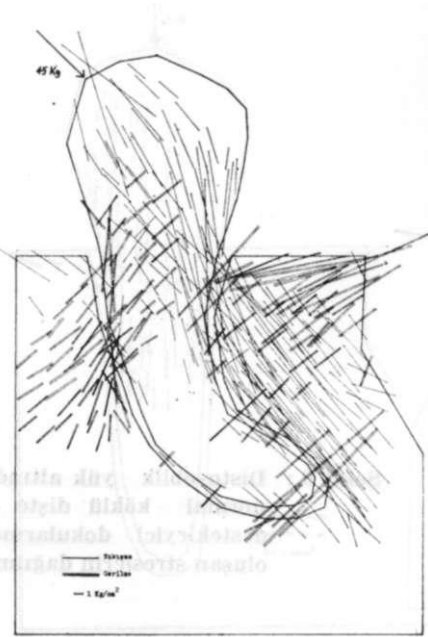


Şekil 9 : Disto-oblik yük altında, normal köklü dişte ve destekleyici dokularında oluşan streslerin dağılımı.

EĞİK KÖKLÜ DİŞTE STRES ANALİZİ



Şekil 10 : Disto-oblik yük altında, eğri köklü dişte ve destekleyici dokularında oluşan streslerin dağılı-
mı.



Şekil 11 : Mezio - oblik yük altında, eğri köklü dişte ve destekleyici dokularında oluşan streslerin dağılı-
mı.

TARTIŞMA

Bulgular, izole bir diş ve destekleyici dokularında ortaya çıkan deplasman ve streslerin kök biçimi ve çiğneme kuvvetlerinin yönüne göre değiştiğini göstermektedir. Aksial yükleme altında, eğik köklü dişde yükün uygulandığı cusp ucu (118 no.'lu düğüm noktası), normal köklü dişdekine göre apikal yönde % 60 oranında daha fazla yer değiştirmiştir (Şekil 2,3). Eğik köklü dişin apeksindeki yer değiştirme oranı ise düz köklü dişin apeksine göre % 500 daha fazla bulunmuş ve deplasman disto - apikal yönde olmuştur.

Kök eğimi ile aynı yönde uygulanan disto - oblik yük altında, eğik köklü dişin cusp tepesi, normal köklü dişin cusp tepesine göre % 6.5 oranında daha fazla ve disto - apikal yönde deplase olmuştur (Şekil 4,5). Aynı yükleme altında apeksdeki yer değiştirme miktarı eğik köklü dişde, normal köklüye göre % 270 oranında daha fazla bulunmuş ve deplasman yönünün disto - apikal olduğu görülmüştür.

Kök eğiminin aksi yönünde uygulanan mezio - oblik yükleme altında, eğik köklü dişin cusp tepesi normal köklüye göre mezial yönde ve % 11 oranında daha fazla deplase olmuştur (Şekil 6,4). Eğik köklü dişin apeksindeki yer değiştirme miktarının ise normal köklüye göre % 100 oranında daha fazla ve mezio - okluzal yönde olduğu görülmüştür.

Stres dağılımlarının karşılaştırılması yapıldığında, eğik köklü dişde ve destekleyici dokularındaki sıkışma ve gerilme streslerinin değerleri özellikle oblik yükler altında artış göstermişlerdir.

Aksial yükleme altında normal köklü dişde en büyük stresler, yük uygulama noktasının çevresindeki diş elemanlarında ve sıkışma tipinde görülmüştür. Eğik köklü dişde ise en büyük streslerin, yükleme noktasının çevresinde sıkışma, distal kret tepesine yakın bölgede gerilme, periodonsiyum apeksinde hem sıkışma hem gerilme tipinde olduğu görülmüştür. Distal kemikte eğik kök boyunca sıkışma yoğunlaşmıştır ve bu bölgedeki sıkışma stresi değerleri, normal köklü dişdekine göre % 100 oranında daha yüksek bulunmuştur. Apekslerdeki stres değerleri karşılaştırıldığında, eğik köklü dişin apeksdeki stres değeri 14 kat daha yüksek bulunmuştur (Şekil 7,8).

Disto - oblik yüklemde;

Normal köklü dişin distal kret tepesine yakın diş, kemik ve periodonsiyum elemanlarında yüksek değerde gerilme tipi stresler görölmüŐtür. Distal kret tepesine yakın diş, periodonsiyum ve kemik elemanları ile, kökün distalindeki kemik bölgesinde sıkışma tipi streslerin büyük olduğu görölmüŐtür. Maksimum sıkışma stresi kronun distalindeki kole elemanında, maksimum gerilme stresleri ise distal kret tepesi kemik elemanlarında ve mezial kret tepesine yakın kök elemanlarında bulunmuştur (Şekil 9).

EĞri köklü dişde disto - oblik yükleme altında Şekil 10'dan da görölebileceği gibi, kökün mezialinde, distalinde kret tepesine yakın kemik bölgesinde, dişin mezialinde kolede ve apeksdeki periodonsiyum elemanlarında gerilme tipi, kökün distalindeki kemik bölgesinde ve dişin koleye yakın distal bölgesinde sıkışma tipi stresler yoğunluk göstermiŐtir. Bu dişde kole bölgesindeki maksimum sıkışma streslerinin değeri normal köklü diştekine göre % 5.4 oranında daha fazla bulunmuştur. Distal kemikte stres değeri % 100 daha yüksek bulunmuştur. Apeksdeki periodonsiyum elemanlarında ise normal köklü dişinkinden % 340 oranında daha yüksek stres değeri bulunmuştur (Şekil 9,10). Maksimum sıkışma stresi distal - kret tepesine yakın kole - diş elemanlarında, maksimum gerilme stresi ise distal kret tepesindeki kemik elemanlarında görölmüŐtür. Stresler eğik kökün distalindeki bölgede yoğunluk kazanmıŐtır.

Mezio - oblik yükleme altında; eğri köklü dişin mezial kret tepesine yakın kemik bölgesinde, kronun orta ve servikal üçlüsünde, kökün distalindeki kemikte gerilme tipi, kökün mezialindeki kemikte, koleye yakın kron bölgesinde, distal kret tepesinde sıkışma tipi stresler gözlenmiştir. Maksimum sıkışma stresi mezialde koleye bitiŐik kök elemanında, maksimum gerilme stresi ise koleye bitiŐik (mezialde) kron elemanında görölmüŐtür (Şekil 11).

Genelde, eğik köklü durumda oluşan stresler, düz köklüden daha yüksek değerdedir.

Bu karşılaŐtırmalar doğrultusunda bir değerlendirme yaptığımızda; eğik köklü dişte oblik yükler altında en yüksek stres değeri dişin kolesinde oluŐmuŐtur. Bunu eğik kökün distalindeki kemik

bölgesi, distal kret tepesindeki kemik bölgesi ve apeksdeki periodonsiyum takip etmektedir. Periodonsiyumda oluşan streslerin yönleri, periodontal liflerin yönlerine bir uygunluk göstermektedir. Aksial yükleme altında eğik köklü diş apekse doğru, oblik yükleme altında eğik köklü dişin kronu yükleme yönünde, kökü ise aksi yönde deplase olmaktadır.

Bulgular özellikle oblik yükler altında eğik köklü bir dişin dayanak diş olarak risk faktörüne sahip olabileceğini ve splintlenerek daha uygun bir desteğe dönüştürülmesinin düşünülebileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak :

Eğik köklü izole bir dişte, oblik yükler altında dişin kolesi, kökün mezial ve distalindeki kemik bölgesi, kret tepesi ve apeksdeki periodonsiyum bölgesi, aynı yükler altındaki normal köklü bir diş göre daha yüksek değerlerde streslere maruz kalmaktadır. Aksial yükleme altında ise eğik köklü dişin mezialinde ve distalindeki kemik bölgelerinde normal köklüye göre belirgin bir biçimde yüksek değerlerde sıkışma stresleri oluşmaktadır.

SAP IV programının uygulanmasındaki değerli katkılarından dolayı, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Fakültesinden Sayın Halis GÜNEL'e ve ODTÜ Bilgi İşlem Daire Başkanlığından Sayın Sermet AKKOYUNLU'ya çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- 1 — Aydınlik, E., Dayangaç, B. : Alveol kemiği kaybının izole bir diş ve çevre dokularındaki stres dağılımına etkisi. H.Ü. Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 7 : 252-265, 1983.
- 2 — Bathe, K.J., Wilson, E.L. and Peterson, F.E. : SAP - IV Structural Analysis Program for static and dynamic response of linear systems. EERC Report No : 73-11. University of California, Berkeley, 1975.
- 3 — Çelik, E.: Kök boyut ve biçimlerinin sabit bölümlü protez statığıne etkileri. Doktora tezi, H.Ü., Ankara, 1983.

EĞİK KÖKLÜ DİŞTE STRES ANALİZİ

Farah, J.W., Craig, R.G. and Sikarskie, D.L. : Photoelastic and finite element stress analysis of a restored axissymmetric first molar. J. Biomech. 6 : 511-520, 1973.

Goatz, W.P., White, C.S. : Oral Radiology Principles and Interpretation. The C.V. Mosby Company, St. Louis, London, p : 383-38-1, 1982.

Kavasoğlu, A.A.E. : Sonlu elemanlar stres analizi yöntemi ile kanin distalizasyonunda kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırması. Doktora tezi. H.Ü., Ankara, 1933.

Penny, E.R., Kraal, H.J. : Crown-to-root ratio : Its significance in restorative dentistry. J. Prosthet. Dent. 42 : 34-38, 1979.

Reinhardt, R.A., Krejci, F.R., Pao, C.Y. and Stannart, J.G. : Dentin stresses in post - reconstructed teeth with diminishing bone support. J. Dent. Res., 62 : 1002-1006, 1983.

Reynolds, M.J. : Abutment selection for fixed prosthodontics. J. Prosthet. Dent., 19 : 483-488, 1968.

Stewart, K.L., Kuebker, W.A., Rud, K.D. : CUnical Removable Partial Prosthodontics. The C.V. Mosby Company, St. Louis, Missouri, p. 196, 1983.

Thresher, R.W., and Saito, G.E. : Stress analysis of human teeth. J. Biomech., 6 : 443-449, 1973.

Wheeler, C.R. : A Textbook of Dental Anatomy and Physiology. 4th edition. W.B. Saunders Company, London, 1965.

Wright, K.W.J. and Yettram, A.L. : Reactive force distributions for teeth when loaded singly and when used as fixed partial denture abutments. J. Prosthet. Dent., 42 : 411-416, 1979.