

Direkt Kompozit Veneer Restorasyon Tekniğinin Biyomekanik Açısından İncelenmesi

BIOMECHANICAL EVALUATION OF THE RESTORATION PERFORMED WITH DIRECT COMPOSITE VENEER

Ayşegül DEMİRBAŞ KAYA*, Tan Fırat EYÜPOĞLU**, Banu ÖNAL***

* Dr., Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Konservatif ve Restoratif AD,

** Diş Hekimi, Serbest,

*** Prof.Dr., Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Konservatif ve Restoratif AD, İZMİR

Özet

Biyomekanik, fizik ve mekanik biliminin yardımıyla biyolojik yapıların işlevselliğinin incelenmesidir.

Amaç: Ön dişlere uygulanan 'direkt kompozit veneer' lar ile diş dokularının kuvvet karşısındaki gerilimlerinin matematiksel kuvvet analizi yöntemi kullanılarak (Sonlu elemanlar analizi) karşılaştırmaktır.

Materyal ve Metod: Çalışmada modelleme amacıyla ANSYS 7.0 programından yararlanılmıştır. ANSYS parametrik bir katı modelleme programıdır. Model olarak, bilinen boyutlarda sert alçıdan elde edilen 5 adet üst santral diş kullanılmıştır. İlk aşamada elde edilen modeller olduğu gibi analiz edildikten sonra, ikinci aşamada aynı modellerin labial yüzlerine direkt kompozit (Smile, Jeneric / Pentron) veneer restorasyonlar uygulanmıştır. Bu işlemden sonra veneer uygulanmış modellerin analizleri yapılmıştır. Her iki aşamada da modeller 90° ve 45° lik kuvvetlere maruz kalacak şekilde oluşturulan gerilimleri incelenmiştir.

Bulgular Ve Sonuç: Çalışmada elastisite modülü 20 GPa, Poisson oranı 0,24 olan kompozit materyal direkt kompozit veneer yapmak için kullanılmıştır. Elde edilen direkt kompozit veneer ile mine dokusunun gerilme kuvvetlerinin fiziksel ve mekanik açıdan kıyaslanabilir olduğu ortaya çıkmıştır.

AnahtarKelimeler: Direkt kompozit veneer, Matematiksel kuvvet analizi (Sonlu elemanlar analizi), Mine ve dentin

T Klin Diş Hek Bil 2004, 10:5-10

Summary

Biomechanics is the study of the functioning of biologic structures with the help of physics and mechanics.

Purpose: It is the comparison of stains of the tooth tissue against forces with the composite veneers applied directly to the anterior teeth by using the 3D finite element analysis.

Materials and methods: With the aim of modeling ANSYS 7.0 program was used in the study. ANSYS is a parametric solid modeling program. As a model, 5 upper central teeth made by solid tooth plaster in the common size were used. After analyzing the models obtained in the first step as they were, in the second step direct composite (Smile, Jeneric / Pentron) veneer restorations were applied to the labial surfaces of the same models. After this process, the analyses of the veneer applied models were performed. In both steps the stains of the models formed in away as to be exposed to forces at 90° and 45° angels were studied.

Result and conclusion: In our study composite material whose Young's modulus as being 20 GPa, and Poisson Rate 0,24 was used to the make direct composite veneer. It was found out that the obtained direct composite veneer and the staining forces of enamel tissue had been physically and mechanically comparable.

Key words: Direct composite veneer, 3 D finite element analysis, Enamel and dentin

T Klin J Dental Sci 2004, 10:5-10

Biyomekaniği fizik ve mekanik biliminin yardımıyla biyolojik yapıların işlevselliğinin irdelenmesi olarak tanımlayabiliriz. Biyomekanik tanımı "Borelli" ile birlikte doğmuştur. Biyomekanik araştırmalar mekanik ilke ve yaklaşımlar altında fiziksel ve matematiksel metotlar kullanarak, biyolojik yapıları şekilsel olarak tanımlayarak onların yaşamsal süreçte

kuvvet etkisi altında durumlarını ve değişimlerini incelemektedir.

Dişhekimliğinde Biyomekanik

Dişlerden ve çevre dokulardan kaynaklı kuvvetlerin oluşumu ve dağılımı ağız ve çevre dokuların gelişimini ve klinik tedavilerin prognozunu doğrudan etkileyen bir konudur. Stomatognatik

sistem dişler, diş destek dokuları, alt-üst çene kemikleri, kaslar, çene eklemi (TME), ve çevre yumuşak dokulardan (dil, dudak, yanak) oluşmaktadır. Sistemin tek bir elemanında dahi oluşan bir değişiklik veya patoloji tüm sistemi etkiler ve çok daha büyük etkiler gösterir. Bu yüzden stomatognatik sistemin elemanlarından biri olan dişlerden herhangi birisinde meydana gelen uyumsuzluk okluzyonu ve çevre dişleri daha sonra da tüm sistemi etkileyecektir. Bu yüzden insanın yaşamı boyunca kuvvetlere maruz kalan dişlerde yapılacak olan her türlü restorasyonun biyomekanik kuvvetler açısından önem taşıdığı ve tüm sistemi etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (1-5).

Bu amaçla yapılacak restorasyonlarda stres analizleri yapmak amacıyla çeşitli yöntemler vardır. Bunlar:

- Fotoelastik kuvvet analiz yöntemi
- Gerilim ölçerli kuvvet analiz yöntemi
- Kırılğan vernik tekniği ile kuvvet analiz yöntemi
- Laser ışınli kuvvet analiz yöntemi
- Matematiksel kuvvet analiz yöntemi (Sonlu elemanlar analizi)
- Matematiksel kuvvet analiz yöntemi (sonlu elemanlar analizi): Genel anlamda bütün haldeki problemin daha küçük, basit alt problemlere ayrılarak her birinin kendi içinde çözümünün sağlanması ile bütünü çözümlenebildiği matematiksel analizdir.

Doğal yapıyı bilgisayar ortamında şekillendirip analiz etmeye çalışan matematik ve fizik gibi temel bilimlere dayanan ve giderek kullanımının arttığı sonlu elemanlar analiz yöntemini direkt kompozit restorasyonlara uygulanması uygun bulunmuştur (3).

Sonlu elemanlar analizi, analiz edilecek canlı ya da cansız yapıların gerçeğe en yakın şekilde modellenmesi yapılarak matematiksel olarak ifade edildiği bir analizdir. Bu metodun kullanılması, bilgisayar teknolojisinin gelişmesinin verdiği destekle artmıştır. İlginin artmasındaki diğer neden bilgisayarın analiz yapımına olan katkısı ile diğer analizlere göre daha detaylı ve gerçeğe yakın verilerin sağlanmasıdır. Bilgisayar ortamı dışında başka materyal ve çaba istememesi de önemli bir ge-

lişme etkenidir. Sonlu elemanlar analizinde temel yaklaşım orijinal yapının matematiksel olarak tanımlanabilen parçalara bölünerek matematiksel olarak kuvvet karşısındaki durumun incelenmesidir. Bilgisayar yardımı ile boyutları belirlenmiş bir modelde, belirlenen şiddet, yön ve alandaki kuvvet uygulamasına bağlı olarak ortaya çıkan şekil değişiklikleri, dağılan yük ve şiddetleri saptanmaktadır. Elemanlardaki katı şekiller, çalışma eğer iki boyutlu planlanmış ise elemanların yüz ölçümleri, üç boyutlu hazırlanmış ise hacimleri değiştirilmeden oluşturulur (6).

İncelenecek model küçük ve düzenli üçgen veya dörtgen elemanlara bölünerek köşe noktalarında birbirlerine bağlantılı olan bir **element ağı** (mesh generation) oluşturulur. Model ağını oluşturan elemanlar kendi gerilme şekil değiştirmelerini bağlı oldukları diğer elemanlara aktararak onları etkilerler. Elemanlar üzerindeki noktaların yer değişimi ile tüm yapısının iç gerilme şekil değişiklikleri elde edilir.

Dişhekimliğinde stres analiz yöntemlerinden matematiksel kuvvet analiz yöntemi (sonlu elemanlar analizi) kullanılarak yapılan çalışmalarda, dişe gelen streslerin karşılanmasında kavite ile restorasyon arasındaki bölgenin önemli olduğunu (1), polimerizasyon büzülmesi nedeniyle restorasyonda oluşan gerilmelerin, restorasyon materyalinin mekanik dayanıklılığını etkilediğini (2) ve kavite şekillerinin restorasyonlardaki stres dağılımında etkili olduğunu bildiren çalışmalar yapılmıştır (4).

Bu çalışmanın amacı, ön dişlere uygulanan direkt kompozit veneer'lar ile diş dokusunun matematiksel kuvvet analizi yöntemi kullanılarak gerilimlerini karşılaştırmaktır.

Materyal ve Metod

Bu çalışmada, Modelleme amacıyla ANSYS 7.0 programından yararlanılmıştır. ANSYS parametrik bir katı modelleme programıdır. Bu program ile parçalar 3 boyutlu olarak modellenebilmekte, malzemelere özellikler atanarak sonlu elemanlar yöntemini ile çok çeşitli analizler yapılabilmektedir. ANSYS de ana menüler;

preferences ; Analiz tipinin belirlenmesi,

preprocessor ; Geometrik modelin oluşturulması, eleman tiplerinin ve malzeme özelliklerinin belirlenmesi, elemanlara ayırma gibi işlemlerin gerçekleştirilmesi,

solution; Oluşturulan modelin çözümünün yapılması,

postprocessor; Elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir. Gerilme, sıcaklık, vs. gibi dağılımlar ekranda grafiksel ve liste halinde görülebilir.

Çalışmada, model olarak literatürde (7) diş morfolojisinde mine ve dentinin hacim verileri ve diş boyutları belli olan alçıdan hazırlanmış 5 adet üst santral diş kullanılmıştır. İlk aşamada elde edilen modeller analiz edildikten sonra, ikinci aşamada aynı modellerin labial yüzlerine veneer restorasyon kavitesi hazırlanmış ve söz konusu kavitelere direkt kompozit (Smile, Jeneric / Pentron) veneer restorasyonları uygulanmıştır. Bu işlemde sonra veneer uygulanmış modellerin analizleri yapılmıştır.

İncelediğimiz diş örneğinin çiğneme esnasında dikey ve 45 derecelik kuvvetlere maruz kaldığı düşünülmüş ve basınç kuvveti z-eksenine paralel ve bu eksenle 45 derece açı yapacak şekilde ve her iki durum için dişin kesme yaptığı yüzeyin normali de dikkate alınarak, kesme yüzeyine eş dağılılı olarak tatbik edilmiştir. Hesaplamalarda dentine ve restorasyon malzemesine gelen gerilmeler ayrı ayrı saptanmıştır. Her iki durumda da kompozit ve minedeki tres_{er} 0 ve 45 derecelerde etkiyen 20 N/mm^2 lik basınç için bulunmuştur. Araştırmamızda S1 (maksimum asal gerilme), SEQ (Von mises gerilmesi-eşdeğer gerilme), S3 (minimum asal gerilme) kriterleri kullanılmış ve her kriter için ayrı ayrı hesaplamalar yapılmıştır.

Sonuçlar

Çalışmada, yüz estetiğinin en önemli tamamlayıcı parçalarından olan ön grup dişlerde çeşitli etkenlere bağlı olarak ortaya çıkan renk ve form bozukluklarını gidermek için uygulanan direkt kompozit restorasyonların, dişin esas kaplama maddesi olan mine dokusuna göre avantaj ve dezavantajları incelenmiştir.

Dentinde ve kaplama malzemesinde doğan gerilmeler ayrı ayrı incelenmiş, 0 ve 45 derecelik

Tablo 1. Üç farklı kritere göre iki değişik kuvvet etkisi altında dentinde ve kaplama malzemesinde saptanan gerilme değerleri

	DENTİN				KAPLAMA			
	0°		45°		0°		45°	
	Komp	Mine	Komp	Mine	Komp	Mine	Komp	Mine
S1	0.9442	1.273	110.164	113.124	1.089	0.857	31.454	31.857
SEQ	4.159	4.242	114.115	113.678	2.361	2.403	72.267	65.911
S3	-4.116	-4.206	-135.18	-145.3	-3.115	-3.013	-51.612	-44.078

Tablo 2. Elde edilen gerilme değerlerinin, her farklı kuvvet için, minenin gerilme değerlerine oranları.

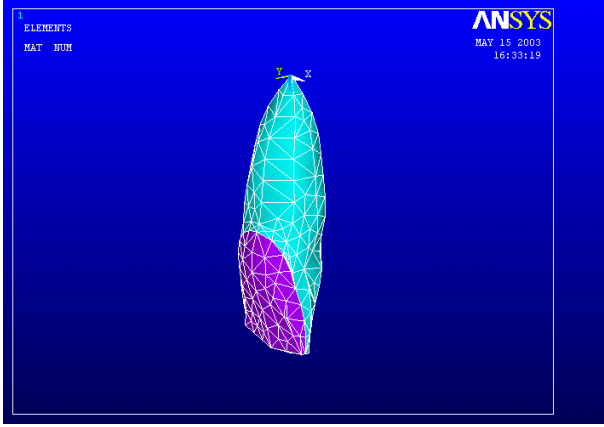
	DENTİN				KAPLAMA			
	0°		45°		0°		45°	
	Komp	Mine	Komp	Mine	Komp	Mine	Komp	Mine
S1	0.74171	1	0.97383	1	1.27071	1	0.98735	1
SEQ	0.98043	1	1.00384	1	0.98252	1	1.09643	1
S3	0.9786	1	0.93035	1	1.03385	1	1.17092	1

çiğneme kuvvetleri etkisiyle dişin kompozitle veya mineyle kaplı oluşuna göre 3 farklı gerilme kriteri esas alınarak elde edilen ortalama sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterildiği gibidir.

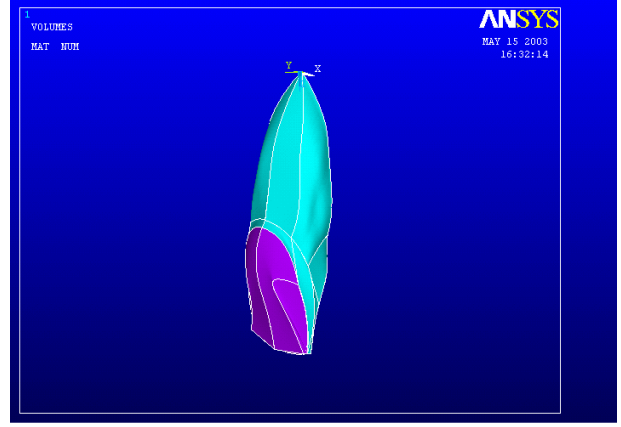
Hazırladığımız modeller üzerine ANSYS 7.0 programı uygulayarak diş modelinden mesh basamağında elde ettiğimiz görüntüler Resim 1 ve 2 de görüldüğü gibidir. Ayrıca, restorasyon uygulanmamış yani mine dokusu olarak dijitalize edilmiş model ile veneer restorasyonlu modellerin 0 ve 45 derecelik kuvvet uygulanarak elde edilen gerilmeler resimlerde görüldüğü gibi olmuştur (Resim 3-8).

Tartışma

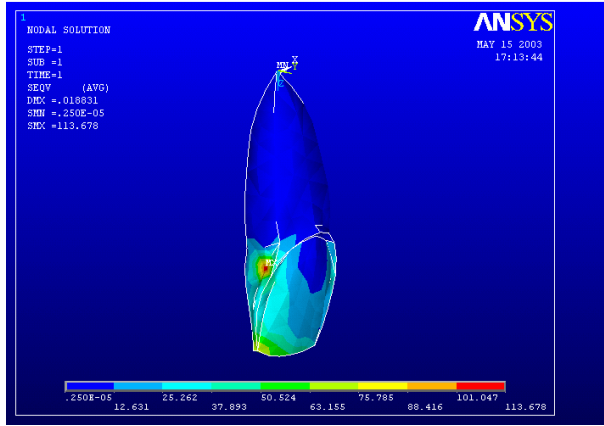
Günümüzde biyomekanik en çok ortopedi ve dişhekimliğinde kullanılmaktadır. Biyomekanik içindeki en önemli kavram ise “insan hareketleri” anlamına gelen kineziyolojidir. Dişler üzerindeki kuvvetlerin oluşumu ve dağılımını baş boyun bölgesindeki tüm oluşumlar etkilemektedir. Bu bölgedeki kasların kuvveti ve hızı da oldukça önemlidir. Bireylerin doğal dişlerine gelen kuvvetler belirli bir düzen içerisinde karşılanmakta ve rezorbe edilmektedir. Ancak doğal diş dokularında karşılaştığımız kayıpların yerine konması oldukça önemli-



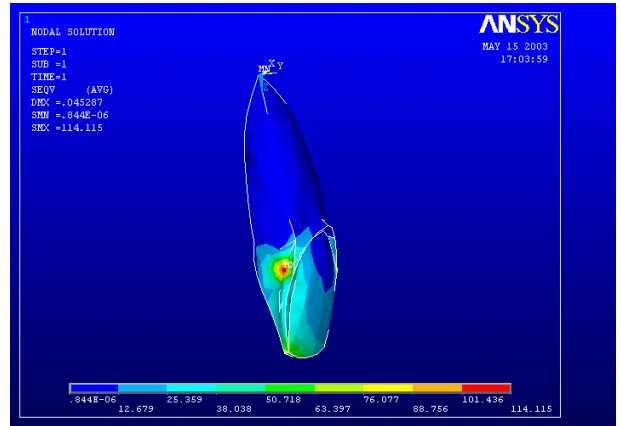
Resim 1. Mesh işlemi uygulanmış model (a)



Resim 2. Kompozit ve diş



Resim 3. Mineli dentindeki gerilmeler (45°)-SEQ



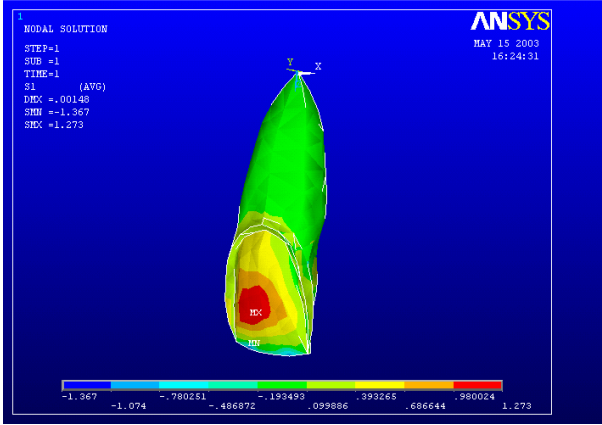
Resim 4. Kompozitli dentindeki gerilmeler(45°)-SEQ

dir. Diş dokusu ve diş kayıplarının giderilmesi için uygulanan restorasyonların estetik ve fonksiyonel olarak doğal yapıya uygunluğu önemlidir.

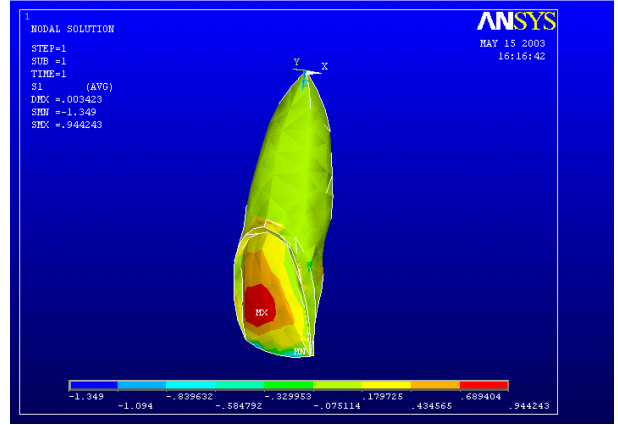
Ausiello ve arkadaşlarının (1) yaptığı çalışmada stres dağılımında interface' in önemli rolü olduğu, kompozite uygulanan kuvvetlerin büyük bölümünü absorbe ederek kalan sağlıklı diş dokusuna gelen yük miktarını azalttığı ve ara yüzeyin kalınlığı arttıkça daha fazla absorpsiyon özelliği gösterdiği fleksibilitesi fazla kalınlığı az olan bir interface ile kalınlığı fazla fleksibilitesi az olan bir interface' in aynı işlevi göreceğini belirtmişlerdir.)

M. Barink ve arkadaşlarının (2) yaptığı çalışmada ise polimerizasyon işlemine değinilmiş ve polimerizasyon büzülmesi ile oluşan stresler ve sonuçları FEA ile değerlendirilmiştir. Bunun sonucu olarak da Polimerizasyon sırasında iç stres geri-

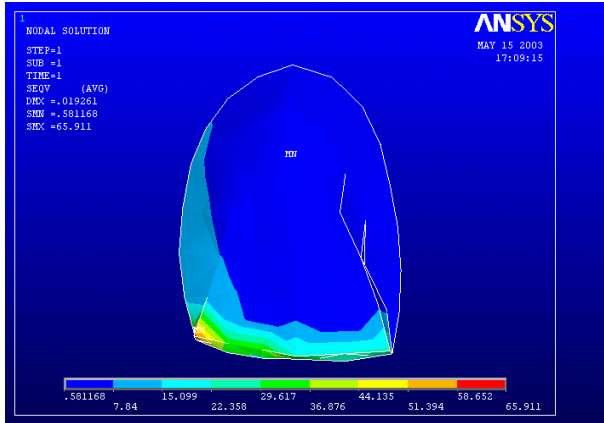
limlerinin ani olarak arttığı ve post polimerizasyon safhasında tekrar düştüğü ve baskı kuvvetlerine karşı dayanıklılığın kesici kuvvetlere oranla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Polimerizasyon esnasında ara yüzeyde aniden gelişen başarısızlığın nadir olduğu ve yine kompozitin içinde oluşan kırılmalardan daha çok ara yüzeyde meydana gelen kırılmaların olduğunu bildirmişlerdir. İç stres gerilmelerinin post polimerizasyon evresinde yavaş yavaş azaldığına değinerek mekanik yüklemmeden ilk birkaç saat kaçınılması gerektiğini belirtmişlerdir. H. P. de Vree ve arkadaşları (4) ise kavite dizaynları üzerinde yaptıkları çalışmalarda konvansiyonel kavite dizaynlarında daha fazla stres oluşumu olduğunu belirterek modifiye dizaynların daha başarılı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmalarda sonlu elemanlar analiz yönteminin güvenilir ve sağlıklı bir yöntem olduğu be-



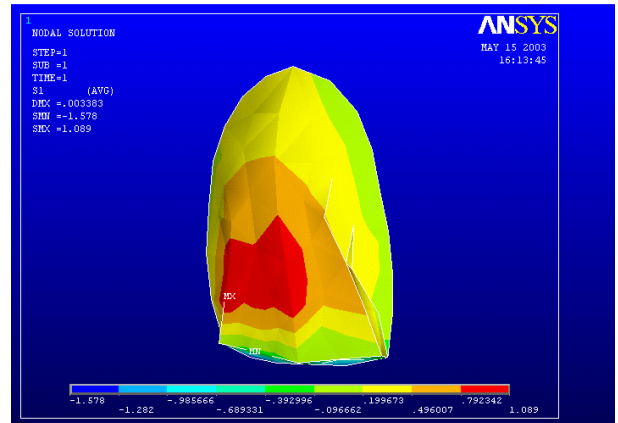
Resim 5. Mineli dentindeki gerilmeler (0°) –S1



Resim 6. Kompozitli dentindeki gerilmeler(0°)-S1



Resim 7. Mineli kaplamadaki gerilmeler (45°) - SEQ



Resim 8. Kompozitdeki gerilmeler(45°)-SEQ

lirilmektedir. Yapılan bu çalışmada da aynı sonuca varmak mümkündür ancak bu çalışmaya birebir benzer başka bir çalışmaya rastlanılmadığı için tam bir karşılaştırma yapmak mümkün olmamıştır.

Dişin dokusuna gelen gerilmeler incelendiğinde her üç gerilme kriterine göre kaplama malzemesi mine dokusundan daha az gerilme yaratmıştır. Kaplama malzemesinin mineye yakın, diş etkiyen en yüksek gerilme; dişin labial bölgesi kompozit malzemesiyle kaplıken ve 45° lik kuvvet etki ederken (eşdeğer gerilme kriterine göre) saptanmıştır. Bu değer ise aynı koşullarda minenin yarattığı gerilmenin sadece %0.00384 fazlasıdır.

Kaplama malzemesinin kompozit veya mine dokusu oluşuna göre kendi hacmi üzerinde oluşan gerilmeler incelendiğinde; kompozit malzeme mi-

ne dokusuna yakın, hatta daha düşük gerilme dağılımı göstermiştir. Kaplama malzemesinin kompozit olarak seçilmesi halinde (maksimum gerilme kriterine göre) 0° lik kuvvet etki ederken mineye göre % 0.27071 fazla gerilme gösterdiği, diğer hallerde ise daha az gerilme gösterdiği saptanmıştır.

Sonuç olarak; ilk defa 1976 da klinik uygulaması yapılan, insan ön dişlerine tatbik edilen estetiksel kompozit veneer' larda elastisite modülü 20GPa, Poisson Oranı 0.24 olan kompozit materyalin fiziksel ve mekanik açıdan doğal mine ile kıyaslanabilir nitelikte, incelenen gerilme grafiklerinde mine dokusunun özellikleriyle örtüşmekte olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle diş dokusu ile uyum içerisinde olan labial veneer restorasyonların tercih edilebilir oldukları ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Ausiello P, Antonio A, Davidson CL: Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations- a 3d finite element analysis Dent Materials 18: 295,2002
2. Barink M, Van der Mark P C P, Fennis W M M, Kuijs R H, Kreulen C M, Verdonschot N: A three dimensional finite element model of the polymerization process in dental restorations Biomaterials 24:1427, 2003
3. Sonugelen M, Artunç C: Ağız protezleri ve biyomekanik. İzmir, E.Ü.Basımevi, 2002, s.1-13
4. de Vree J H P, Peters M C R B, Plasschaert A J M: The influence of modification of cavity design on Distribution of Stresses in a Restored Molar J Dent Res 63: 1217, 1984
5. Weinstein A R: Esthetic applications of restorative materials and techniques in the anterior dentition. Dent Clinics of North America 37: 391, 1993
6. Gies MB, Solzer MV: Computer-generated diagnostic correction of anterior diastemas. J Prost Dent 59:629, 1988
7. Braden M. Biophysics of the root. Frontiers in oral physiology, vol.2. Basel: Karger, 1976. p.1-37.

Geliş Tarihi: 04.11.2003**Yazışma Adresi:** Dr.Ayşegül DEMİRBAŞ KAYA
Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Konservatif ve Restoratif AD, İZMİR
draysegulkaya@yahoo.com