

CLASS V KAVİTELERDE KULLANILAN ÇEŞİTLİ REZİN BAZLI RESTORASYON MALZEMELERİNİN MUKAVEMET ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF VARIOUS RESIN BASED RESTORATIVE MATERIALS IN CLASS V CAVITIES

SİS DARENDELİLER YAMAN*

ÖZET

Bu çalışmada bir üst ön keser dişte Class V kaviteye uygulanan, çeşitli kompozit ve compomer restorasyon malzemelerinin mukavemet özellikleri incelendi. Bu amaçla çalışmada Compoglass, Dyract AP, F 2000, Prisma AP.H, Synergy Duo Shade ve Z 100 kullanıldı. Çalışma yöntemi olarak 3-Boyutlu Sonlu Elemanlar Metodu ve ANSYS yazılımı kullanıldı. Diş modeli 294 eleman ve 420 düğüm noktasından oluşturuldu. Dişlerin insizal kenarına dişin uzun eksenine ile 26 derecelik açı yapacak şekilde 20 kg. lık bir kuvvet uygulandığı varsayıldı. Ancak çeşitli yükleme açıları ve yük miktarlarının etkilerini de göz önünde tutmak amacıyla 10 ve 40 kg. lık yükler ve 0° ve 90° yükleme açıları da incelendi. Kavite boyutlarının etkileri de çalışmada göz önüne alındı. Çalışmanın sonuçlarına göre yükleme açısı ve yük miktarındaki herhangi bir artışın dişte oluşan gerilmeleri arttırdığı saptandı. Kavitelelerin dişin sürekli yapısını bozmalarından dolayı büyük boyutlu kavitenin daha yüksek gerilmeye neden olduğu bulundu. Mekanik açıdan bakıldığında dişte oluşan gerilmenin, kullanılan restorasyon malzemesinin elastik modülü ile ters orantılı olduğu gösterildi. Çalışmanın özellikleri ve kullanılan malzemeler göz önüne alındığında en olumlu sonucun Z 100 tarafından verildiği belirlendi.

Anahtar kelimeler : Class V , kompozit rezin, kompomer

SUMMARY

This study investigated the strength characteristics of various composites and compomer restorative materials that were applied in a Class V cavity of a maxillary central incisor. For this aim Compoglass, Dyract AP, F 2000, Prisma AP.H, Synergy Duo Shade and Z 100 were utilized in the study. The approach was a 3-Dimensional Finite Element Method and in the study ANSYS was used. The tooth model had 294 elements and 420 nodes. The teeth considered were taken to be subjected to an incisal load of 20 kg acting at an angle of 26° with the tooth longitudinal axis but the effects of different loading angles and different loads were also analyzed. For this purpose loads of 10 kg and 40 kg and the loading angles of 0° and 90° were also taken into consideration. The effects of the cavity preparation size were also studied. It was determined that any increase in the loading angle and the amount of the load resulted in a proportional increase in the stresses developed in the tooth. Additionally, since a cavity creates a discontinuity in an intact tooth and consequently weakens the tooth structure, larger sized cavity preparations inevitably created larger stresses. From the mechanical point of view, the stresses developed in the restored teeth were determined to be inversely proportional with the Modulus of Elasticity of the restorative materials. Therefore within the scope of the study Z 100 was found to be superior to the other materials concerned.

Key words : Class V, composite resin, compomer

* Doç. Dr. GÜ Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı

GiRİŞ

Günümüzde servikal lezyonların restorasyonunda rezin esaslı materyeller kullanılmaktadır⁹. Bu restoratif materyellerin dişe bağlanma özelliği retansiyonu

arttırmasına rağmen, servikal lezyonların retansiyonu dişe gelen mekanik streslerden olumsuz etkilenmektedir⁸.

Okluzal kuvvetlerin Class V restorasyonları etki-

lediğini bildirmiştir^{4,7}. Hood ve Jorgensen Class V restorasyonların okluzal kuvvetlerin etkisiyle ekstruze olduğunu yada kırıldığını belirtmişlerdir⁶.

Bu başarısızlıkların Class V restorasyonlarında kullanılan materyellerin özelliklerine bağlı olduğu belirtilmektedir, bunlar deneysel ve klinik gözlemlerin sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Ancak bu konu ile ilgili olarak teorik amaçla yapılan çalışmalarda bulunmaktadır. Bu çalışmaların en belirgin türünü Sonlu Elemanlar Yöntemi ile yapılan çalışmalar oluşturmaktadır^{6,10,11}. Diş gibi çeşitli biyolojik yapılar matematiksel olarak modellenilebilmekte, bu modeller daha sonra mekanik bir yapıymışçasına bilgisayar yardımıyla incelenebilmektedir. Teorik Biyomekanik olarak adlandırılan bu bilim dalı dişhekimliği alanında gün geçtikçe artan bir kullanım alanı bulmaktadır. Çünkü bu yöntem kompleks ve düzensiz bir yapı olan dişleri en iyi şekilde modellemekte ve yükler altında dişte oluşan çatlamları belirleyebilmektedir. Dişin kırılması önemli bir olgudur ancak kırılma mekanizmalarının nasıl başladığı, nereden başladığı ve nasıl geliştiği yeni malzemelerin geliştirilmesi açısından daha önemli bir olgudur. Deneysel yöntemler, günümüz teknoloji sınırlarında, başlangıç ve gelişme mekanizmalarının belirlenmesinde etkin değildirler. Buna karşın 3-Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemi yardımıyla modellenen diş yapısına gelen olası kuvvetler ve bunların etkileri gerçeğe en yakın biçimde incelenmektedir^{2,14,15}.

Bu amaçla çalışmamızda üst ön keser dişdeki Class V kaviteye kompomer (Compoglass, Dyract AP ve F 2000) ve kompozit rezin (Prisma AP.H, Synergy Duo Shade ve Z 100) uygulandığı kabul edilerek, bu materyellerin dayanıklılığı 3-Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada 3-Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemi kullanılarak, üst ön keser dişin modeli, Wheeler'in diş geometrisine göre modellendi. Model 294 eleman ve 420 düğüm noktasından oluşturuldu. Analizler ANSYS yazılımı kullanılarak yapıldı. Çalışmada kullanılan materyellerin aşağıdaki özelliklere sahip olduğu kabul edildi.

1. Dişin mine, dentin ve restoratif materyellerden oluştuğu kabul edildi ve pulpa çok düşük elastik modülüne sahip olduğu için çalışmada ihmal edildi.

2. Periodontal ligament ve sementin etkileri çok ince olması nedeniyle ihmal edildi.

3. Materyeller homojen, isotropik ve elastik olduğu kabul edildi.

4. Dişi destekleyen alveoler kemik rijit olarak alındı. Bu yaklaşım olması gerekenden daha yüksek gerilme değerleri verdiği ve daha kritik bir durumu inceleme olanağı tanıdığı için özellikle tercih edildi.

Dişin, bukal yüzeyinde 2x2x1.5 ve 4x4x1.5 boyutlarında olmak üzere ve kavite alt sınırları sementmine bileşiminde olan iki farklı boyuta sahip Class V kavite içerdiği kabul edildi. Class V kavite için Com-poglass[†], Dyract AP[‡], Prisma AP.H[§], Synergy Duo Shade[§], F2000[¶] ve Z 100[¶] ile restore edildiği ve restore edilen dişe, dişin uzun aksı ile 0°, 26° ve 90° açılarla 10, 20 ve 40 kg lık yüklerin uygulandığı kabul edildi. Çalışmada kullanılan tüm malzemelere ait mekanik değerler Tablo I'de verildi.

Çalışmada kırılma kriteri olarak Von Mises kriteri kullanıldı. Bu kriter dişte oluşan tüm normal ve kesme gerilmelerinin (normal and shear stresses) tek bir

Tablo I. Çalışmada kullanılan malzemelerin mekanik değerleri

Malzemeler	Mekanik Değerler	
	Elastisite Modülü E [MPa]	Poisson Oranı V
Mine	48000	0.33
Dentin	13000	0.31
Z 100	15200	0.28
F2000	14500	0.28
Dyract AP	10700	0.28
SYNERGY® Duo Shade	9100	0.26
Compoglass	8700	0.28
Prisma AP.H	7170	0.26

† Vivadent- Liechtenstein

‡ Dentsply- USA

§ Coltene/Whaledent

¶ 3M- USA

gerilme cinsinden ifadesine dayanır ve aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\sigma_e = \frac{1}{2} \left(\left[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right] \right)^{\frac{1}{2}}$$

Burada $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ asal gerilmeleri (principal stresses) ve σ_e Von Mises gerilmesini göstermektedir. Asal gerilmeler yapıda oluşan ve x,y,z yönlerinde basma ya da çekme olarak ortaya çıkan normal gerilmeler (normal stresses) $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ ile xy,yz,xz düzlemlerinde etkiyen kesme gerilmeleri (shearing stresses) $\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ cinsinden bulunur^{1,13}. Diş kırılğan bir malzemedir (brittle material) ve kırılğan malzemelerde çekme gerilmelerinden dolayı kırılırlar. Sonuçta bir çekme gerilmesi değeri veren Von Mises kriteri dışın mukavemet analizinde en uygun ve sağlıklı bir yaklaşım sağlamaktadır.

BULGULAR

Bu çalışmanın sonuçları Von Mises gerilme değerlerine göre belirlendi. Von Mises gerilmesinin yüksek çıkmasının kırılma olasılığını artırdığı kabul edildi.

Çalışmada Class V kaviteye uygulanan farklı restorasyon boyutları, farklı yükleme açıları, farklı yükleme değerleri ve değişik restoratif materyellerin dışındaki etkileri değerlendirildi.

Çalışmada ilk önce farklı restorasyon boyutlarının etkisi incelendi. Bunun için dışın 26° ile insizal kenara gelen 20 kg'lık bir yük altında olduğu ve Dyract AP ile restore edildiği kabul edildi. Şekiller 1 ve 2 sırasıyla, Dyract AP uygulanmış, küçük boyutlu ve büyük boyutlu dişlerdeki gerilme dağılımını göstermektedir. Büyük boyutlara sahip restorasyonda dişte oluşan maksimum gerilme 108 MPa, küçük boyutlara sahip restorasyonda dişte oluşan maksimum gerilme 91.2 MPa bulundu. Restorasyon yapılan bölgedeki gerilme dağılımlarında kesintiler olduğu ve değerler incelendiğinde de artan restorasyon boyutu ile birlikte restorasyon üzerindeki gerilmelerin de arttığı görüldü. Ancak dişteki gerilmelerde oluşan artış daha belirgin bir etkiye sahipti.

Şekil 1. Dyract AP restorasyon, 2 mm boyut, 20 kg yük ve 26° yükleme açısı

Şekil 2. Dyract AP restorasyon, 4 mm boyut, 20 kg yük ve 26° yükleme açısı

Şekil 3 sağlıklı bir dişin 26° ile gelen 20 kg lık bir yük altındaki gerilme dağılımını göstermektedir. Maksimum gerilme 79.8 MPa 'ya düşmekte ve dişte düzgün bir gerilme dağılımı olmaktadır.

incelenen tüm restorasyon malzemelerin, ve küçük boyutlu restorasyonlara, ait dişte oluşan maksimum gerilme değerleri Tablo 2 de verildi.

Diğer incelenen bir konu, farklı yükleme açıları ve farklı yükleme değerlerinin oluşturduğu etkileri araştırmaktır. Bunun için küçük boyutlara sahip Com-

Şekil 3. Restorasyonsuz diş, 20 kg yük ve 26° yükleme açısı

Tablo II. Çalışmada kullanılan restorasyon malzemelerinin, küçük boyutlu restorasyonda, 260 lik ve 20 kg lık yük altında, dişte oluşturdukları maksimum gerilme değerleri

Restorasyon Malzemesi	Maksimum Gerilme [MPa]
Prisma AP.H	95.0
Compoglass	93.3
SYNERGY® Duo Shade	93.0
Dyract AP	91.2
F2000	88.3
Z 100	87.2

Şekil 4. Compoglass restorasyon, 2 mm boyut, 20 kg yük ve 0° yükleme açısı

Şekil 5. Compoglass restorasyon, 2 mm boyut, 20 kg yük ve 90° yükleme açısı

poglass restorasyonda 20 kg. lık yükün diş eksenine boyunca geldiği kabul edildi (0° yükleme). Şekil 4 oluşmuş gerilmeleri göstermektedir. Dişte oluşan maksimum gerilme 81 MPa, restorasyonda oluşan maksimum gerilme 18 MPa olarak belirlendi. Ayrıca aynı diş, aynı yük miktarı ve aynı restorasyon malzemesi için, yükün diş eksenine dik geldiği kabul edildi (90° yükleme). Resim 5 ise bu durumu göstermektedir. Bu durum için maksimum gerilme dişte 184 MPa, restorasyonda ise 40.8 MPa olarak bulundu.

Çalışmada son olarak yükleme miktarının etkisi incelendi. Bunun için yükleme açısı 26° de sabit tutuldu ve sırasıyla 10 ve 40 kg'lık yük uygulandı. Şekiller 6 ve 7 Compoglass malzemesinin ve küçük boyutlu restorasyonun kullanıldığı bu durumlara ait gerilmeleri göstermektedir. Her iki durumda da gerilme dağılımlarının değişmediği, ancak yükün artmasıyla birlikte gerilme değerlerinin de arttığı görüldü. Her iki durum karşılaştırıldığında dişteki maksimum gerilmeler 46.6 MPa dan 187 MPa ya, restorasyonda oluşan maksimum gerilmeler ise 10.4 MPa dan 41.4 MPa ya yükseldi.

TARTIŞMA

Bu çalışmada Class V restorasyonlar biyomekanik açıdan değerlendirilmiştir. Class V restorasyonlarda farklı restorasyon materyallerinin kullanımı ile

Şekil 6. Compoglass restorasyon, 2 mm boyut, 10 kg yük ve 26° yükleme açısı

İlgili çalışmalar yapılmış ve bunların etkileri gerek klinik takip gerekse deneysel çalışmalarla değerlendirilmiştir^{9,12,16}. Bizde çalışmamızda farklı restorasyon materyellerini kullanarak farklı restorasyon boyutlarının, çeşitli yükleme açıları ve yükleme değerlerinin etkilerini inceledik.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, restorasyon boyutu arttıkça eşdeğer restorasyon malzemelerinin kullanıldığı iki farklı boyuttaki restorasyondan büyük olanında gerilmeler artmaktadır. Ancak daha önemli bir etki restorasyonun dişin yapısal bütünlüğü üzerinde yarattığı tahribattır. Restorasyon dişin yapısal bütünlüğünü bozduğu için, doğal olarak, büyük boyuttaki restorasyon dişte de daha yüksek gerilmelere neden olmaktadır. Bundan dolayı dişin dayanıklılığı açısından küçük boyuttaki restorasyonların daha olumlu mukavemet değerleri vereceği belirgindir. Bu özelliklerin çalışmada kullanılan tüm restoratif materyaller için geçerli olduğu belirlenmiştir.

Biyomekanik çalışmalarda çok tartışılan noktalardan biriside yükün hangi değerde ve hangi açıyla geldiğinin belirlenmesi ve çalışmada bu doğru değerlerin kullanılmasıdır. Bu dalda çeşitli araştırmacılar tarafından değişik yük değerleri ve değişik yükleme açıları önerilmiştir. Bizde çalışmamızda farklı yükleme değerleri ve farklı yükleme açıları kullandık. Travmatik yükleri dişe dik gelen yükler olarak, insizal ke-

Şekil 7. Compoglass restorasyon, 2 mm boyut, 40 kg yük ve 26° yükleme açısı

nardan gelen yükleri ise servikal lezyonların etyolojisi olan ve bu restorasyonlarda etkileri olduğu belirtilen kuvvetler (bruksizm) olarak değerlendirmemize aldık. Sonuçlarımıza göre yükleme açısı arttığında, yani yükleme travmatik bir nitelik kazandığında, dişteki Von Mises gerilmelerinin de arttığı görüldü. Klinik uygulamalardan da bilindiği gibi travmatik yüklemelerde dişte kolaylıkla kırılmalar meydana gelmektedir. Bunun temel nedeni yükleme açısı arttığında dişteki kesme gerilmelerinin de artmasıdır. Bu artan kesme gerilmeleri asal gerilmeleri, onlar da kırılma kriteri olarak kullanılan Von Mises gerilmesini artırır. Ayrıca yükleme miktarındaki değişikliklerin dişteki gerilme değerlerini değiştirdiği de saptanmıştır. Yükün artmasıyla orantılı olarak gerilme değerleri de artmaktadır. Bu durum biyomekanik çalışmalarda yük miktarının da yükleme açısıyla birlikte önemli bir parametre olduğunu göstermiştir.

Çalışmamızda tüm malzemeler incelendiğinde eşdeğer restorasyon boyutları, eşdeğer yük miktarları ve yük açıları için dişte oluşan en düşük gerilme değerlerini Z 100 ün, en yüksek gerilme değerlerini ise Prisma AP.H nin verdiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeni kullanılan restorasyon malzemelerinin Elastisite Modülleri (E) arasındaki farklılıklardır. Restorasyon dişin yapısal bütünlüğünü bozmakta ancak kullanılan restorasyon malzemesinin E değeri restorasyon bölgesinde oluşan yapısal süreksizliği ters

orantılı olarak etkilemektedir. Böylece E değeri ne kadar yüksek olursa yapısal bütünlükteki bozulma ve dolayısıyla dişte oluşan gerilme değerleri o kadar az olmaktadır. Eğer mekanik açıdan bir sıralama yapılırsa tercih edilecek malzemeler Z 100, F 2000, Dyract AP, Duo Shade, Compoglass ve Prisma AP.H dir.

Buna göre sadece mekanik özellikleri açısından değerlendirildiğinde, Class V restorasyonlarda ve çalışmada kullanılan materyaller kapsamında en uygun restoratif materyelin Z 100 olduğu belirlenmiştir.

ANSYS 5.4 programının kullanımında yardımcı olan ODTÜ Havacılık Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Melin Şahin'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. Beer FP, Johnston R. Mechanics of materials. Second SI Metric Edition McGraw-Hill, Singapur, 1993.
2. Darendeliler S, Darendeliler H, Kınoğlu T. Analysis of a central maxillary incisor by using a three-dimensional finite element method. J Oral Rehabil 19: 371- 383, 1992.
3. Heymann HO, Sturdevant JR, Bayne SC, Wilder AD, Sluder TD, Brunson WD. Tooth flexure: effects on cervical restorations: a two-year study JADA 127: 41-47, 1991.
4. Hood JAA. Biomechanics of the intact prepared and restored tooth: some clinical implications. Int Dent J 41: 25-32, 1991.
5. Jörgensen KD, Matona R, Shimokobe H. Deformation of cavities and resin fillings in loaded teeth. Scan J Dent Res 84: 46-50, 1976.
6. Katona TR, Winkler MM. Stress analysis of a bulk-filled class V light- cured composite restoration. J Dent Res 73 : 14-70, 1994.
7. Lee WC, Eakle WS. Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesions of teeth. J Prosthet Dent 52: 374, 1984.
8. McCoy RB, Anderson MH, Lepe X, Johnson GH. Clinical success of class V composite resin restorations without mechanical retention. JADA 129: 593-599, 1998.
9. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. J Dent 25: 321-330, 1997.
10. Rees JS, Jacobsen PH. Modelling the effects of enamel anisotropy with the finite element method. J Oral Rehabil 22: 451-454, 1995.
11. Rees JS, Jacobsen PH. The effect of cuspal flexure on a buccal class V restoration: a finite element study. J Dent 26: 361-367, 1998.
12. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Two year clinical evaluation of two dentin-adhesive systems in cervical lesions. J Dent 21: 195-202, 1993.
13. Yaman DS. Sonlu elemanlar yöntemi ve diş hekimliğindeki uygulamalar Atatürk Ü Dişhek Fak Derg 5: 87-96, 1995.
14. Yaman DS, Alaçam T, Yaman Y. Analysis of stress distribution in a vertically condensed maxillary central incisor root canal. J Endod 21(6): 321-325, 1995.
15. Yaman DS, Alaçam T, Yaman Y. Analysis of stress distribution in a maxillary central incisor subjected to various post and core applications. J Endod 24: 107-111, 1998.
16. Ziemiecki TL, Dennison JB, Charbeneau GT. Clinical evaluation of cervical composite resin restorations placed without retention. Oper Dent 12: 27-33, 1987.

Yazışma adresi

Doç. Dr. Sis Darendeliler YAMAN
GÜ Dişhekimliği Fakültesi
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı
06510 Emek - Ankara