

METAL DESTEKLİ PORSELEN RESTORASYONLARDA
FARKLI TASARIMLARIN STRES ANALİZİ

Gürcan ESKİTAŞCIOĞLU**, Semih BERKSUN***

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, değişik metal-porselen kron tasarımlarındaki stres dağılımlarını incelemektir. Bu amaçla mandibüler ikinci premolar diş model olarak seçilmiş ve altı değişik koping formu analiz edilmiştir. Bu değişik tasarımların bir kısmı öngörülen prensipler ışığında oluşturulan kron tasarımlarını, diğer bir kısmı da günlük, pratikte karşılaşılan değişik porselen tasarımlarını yansıtmaktadır.

Sonuç olarak tam porselen kaplama kron tasarımı en uygun stres dağılımını göstermiştir. Ayrıca okluzalde, metal kontaklarının tercih edildiği durumlarda uygulanabilecek okluzal metal adacık şeklindeki tasarımın da kabul edilebilir bir stres dağılımı gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Tasarım, metal - porselen, kron, stres analizi.

GİRİŞ

Metal - porselen kronlar, sabit hareketli protezler içinde en çok kullanılan restorasyon tiplerindedir. Metal - porselen restorasyonların başarısı değişik faktörlere bağlıdır. Metal alt yapının tasarımı bunlardan en önemlilerindedir. Her ne kadar yapılan çalışmaların birçoğu daha çok meta! - porselen bağlantı direncini araştırmaya yönelikse de, metal alt yapı tasarımının öncelikli önemini vurgulayan çalışmalar da mevcuttur (4, 5, 8,11). Klinisyenler metal alt yapı tasarımı ile ilgili genel prensipler doğrultusunda çalışmalarını yürütürken, teknisyenleri

SUMMARY

Stress Analysis of Different Metal - Ceramic Crown Designs

The aim of this study to analyze the stress distributions in various metal - ceramic crown designs. Mandibular second premolar tooth was chosen as a model and six different coping forms were analyzed. Some of the framework designs were simulating the recommended crown forms and the others presented a variety of designs met in daily practice.

It is concluded that full coverage porcelain design exhibited the most favorable stress distribution. It was also observed that full coverage design except with a small island type metal occlusal area, preferred when a metal occlusal contact was desired, had an acceptable stress distribution.

Key Words : Design, metal - ceramic, crown, stress analysis.

de bu rehber ilkeler ışığında yönlendirmek durumundadırlar. Ancak ülkemiz gerçeğinde laboratuvarların bu prensipler dışında çalışmalar sergiledikleri de gözlenmektedir. Özellikle para-fonksiyonel alışkanlığı olan bireylerde, interokluzal aralığın yeterli olmadığı durumlarda, kısmi porselen kaplama veya metal okluzal yüzey ter-

* Restoratif Diş Hekimliği Derneği Uluslararası 1. Bilimsel Kongresinde tebliğ edilmiştir. (28-31 Ekim 1992 Antalya).

** A.Ü. Dişhek. Fak. Protetik Diş Ted. Anabilim Dalı Dr. Dt. Araş. Gör.

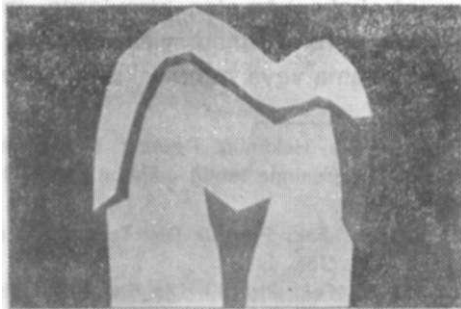
*** A.Ü. Dişhek. Fak. Protetik Diş Ted. Anabilim Dalı Doç. Dr. Öğr. Üyesi.

cih edildiğinde metal alt yapı tasarımı ile ilgili olarak hekim ve laboratuvar arasında bir anlaşmazlık söz konusu olabilmektedir.

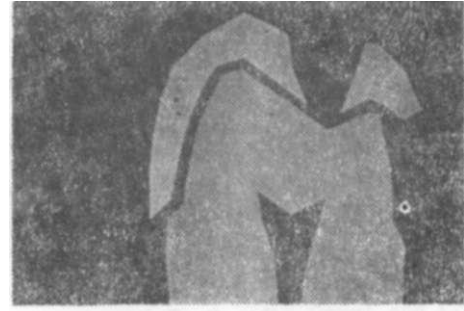
Bu çalışmanın amacı pratikte karşılaşılan değişik metal - porselen alt yapı tasarımlarında dinamik yükler altındaki stres dağılımını analiz etmek, stres yoğunlaşma bölgelerini tespit etmektir. Böylece konu ile ilgili olan klinisyen ve teknisyenlerin metal alt yapı tasarımı ile ilgili olan ilkelere birkez daha dikkatlerini çekmek amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

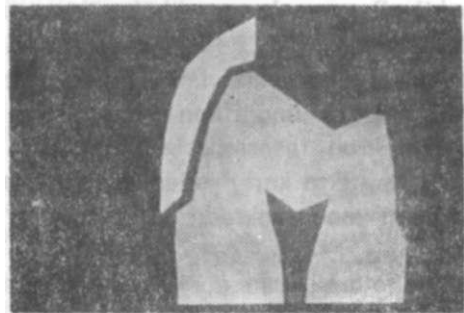
Bu çalışmada, linear yapısal sistemlerin dinamik analizi için güncel olarak kullanılan SAP IV programı kullanılmıştır (10). Bu analizde iki boyutlu düzlemsel birim boy değiştirme elemanlarına, materyal kalınlığı üçüncü bir boyut olarak eklenmiş ve «pseude - three dimensional» denilen nispi bir üç boyutlu analiz gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada kullanılan sonlu elemanlar modeli, üzerinde metal - porselen kron olan bir mandibular premolar dişin iki boyutlu kesiti şeklinde oluşturulmuştur. Boyut olarak Wheeler'in (9) bildirdiği değerler esas alınmıştır. Altı değişik metal - porselen kron tasarımı belirlenmiştir. Bunlardan üçü Kuvvata'nın (4) da belirttiği şekilde genel prensiplere uygun tasarım şekillerini (Tip I-a, I-b, I-c; Şekil 2,2,3), diğer üçü (Tip II-a, II-b, II-c; Şekil 4,5,6) ise özellikle pratikte sıklıkla karşılaştığımız tam veya kısmi kaplamalı hatalı tasarım formlarını yansıtmaktadır. Tüm tasarımlar labialde bizotajlı oluk (chamfer), lingualde ise yalnız oluk tarzındaki marjinal preparasyonlarla oluşturulmuştur.



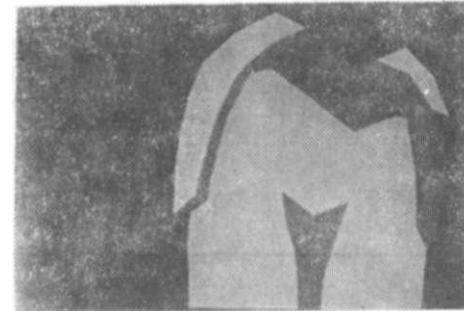
Şekil 1. Tip I-a tasarımı.



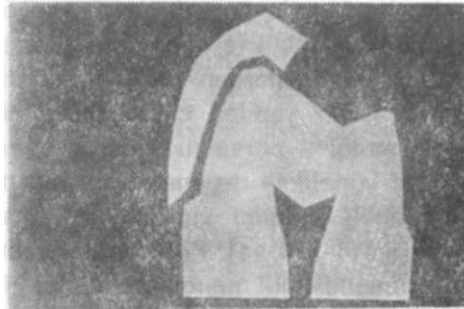
Şekil 2. Tip I-b tasarımı.



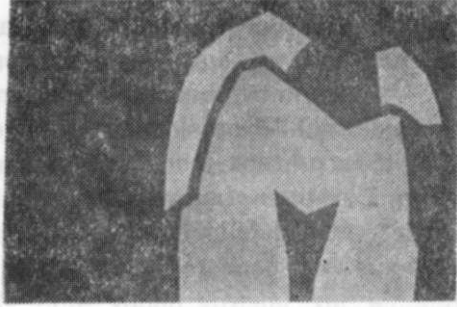
Şekil 3. Tip I-c tasarımı.



Şekil 4. Tip II-a tasarımı.



Şekil 5. Tip II-b tasarımı.

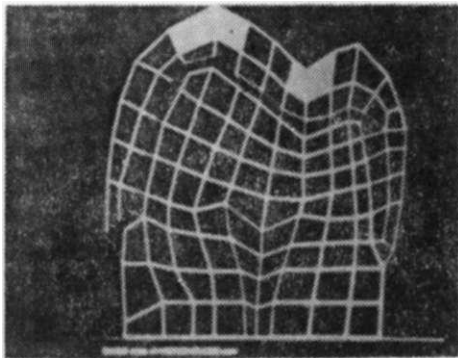


Şekil 6. Tip II-c tasarım.

Sonlu elemanlar stres analiz programı IBM uyumlu 386 DX, 40 Mhz, 330 MB hard diskli, 4 MB RAM özelliklerine sahip Samsung kişisel bilgisayarda çalıştırılmıştır. Çizimler ise aynı bilgisayarda AUTO - CAD çizim programı ile gerçekleştirilmiştir. Modeller Y-Z koordinatlarında, bukko - lingual kesiti yansıtmak üzere matematiksel modellere dönüştürülmüştür. Her matematiksel model yaklaşık 125 nokta ve 125 iso parametrik eleman ihtiva etmektedir. X koordinatındaki 2 mm'lik bukko - lingual kesit üçüncü boyutu yansıtmaktadır.

Analiz yapılırken model tabanı sabit olarak kabul edilmiştir. Ayrıca metal porselen arasında termal büzülme farklılığından kaynaklanabilecek artık stresler ihmal edilmiş ve sorunsuz bir bağlantı esas alınmıştır. Preparasyon sırasında da minenin tamamen kaldırıldığı kabul edilmiştir.

Tüm modellerde aynı olmak kaydıyla, yazılı tarzda 343 N'luk bir yükleme yapılmıştır. Yükleme tüberkül tepesi - santral fossa sentrik kontak lokalizasyonunda, çiğneme işlevindeki kompleks ve dinamik kuvvetlere benzerlik sağlanarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Kompleks tarzda uygulanan kuvvetlerin lokalizasyonları.

Metal - porselen ve doğal dişe ait dokuların Young modülü, Poisson oranı gibi materyal özellikleri daha önce rapor edilen çalışmalara dayanılarak tespit edilmiş ve benzer değerler veri olarak stres analiz programına girilmiştir. Bu değerler Tablo I'de gösterilmiştir.

Tablo I. Modellerde kullanılan materyallerin elastik özellikleri

	Elastik Modülü (Mpa)	Poisson Oranı
Porselen (1)	70.000	0.25
Temel metal alaşımı (1)	200.000	0.33
Dentin (3)	18.000	0.31
Pulpa (3)	2.06	0.45

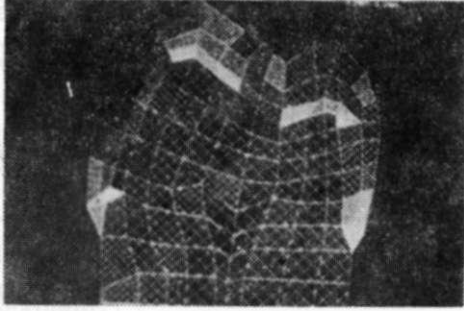
BULGULAR

Her modelde ortaya çıkan stres konsantrasyonları şekil 8-13 de gösterilmiştir. Stresler çekme (tensile) ve sıkışma (compressive) olarak gözlemlenmiştir. Çapraz taramalı olanlar çekme streslerini nokta taramalı alanlar ise sıkışma streslerini yansıtmaktadır. Bu arada ayrı bir bilgisayar programı kullanılarak streslerin tiplerinin yanısıra matematiksel değerleri de tarama şıklığıyla belirlenmiştir. Stres miktarının arttığı bölgelerde tarama yoğunluğu da artmış, azaldığında da taramalarda azalmıştır. N/mm² (MPa) olarak belirlenen stresler her elemanın merkezinde yer alan asal değerlerden büyük olanı temsil etmektedir.

Çalışmada kullanılan metal - porselen kron tasarımlarına ait stres bulguları aşağıdaki gibidir.

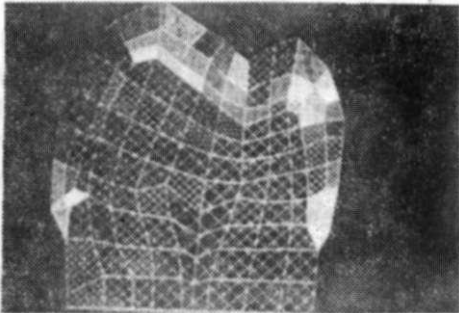
Tip I-a olarak tanımlanan tam porselen kaplamalı tasarımda stresler metal bünyesinde olmak kaydıyla labial basamak bölgesindeki bizotaj kısmında, bukka bölgenin ortasında ve santral fossanın porselen kısmında yoğunlaşmıştır. Çekme stresleri lingual metal bant ve metal kopingin okluzal kısmında yer almıştır. Dentinde ise santral fossadan pulpa odasına doğru yönelen yo-

ğün sıkışma stresleri ve homojen olarak yayılan çekme stresleri gözlenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Tip I-a tasarımda; stres tip, miktar ve lokalizasyonları.

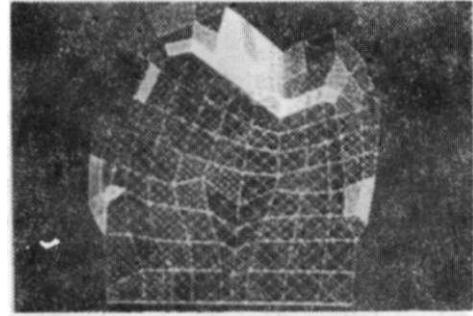
Tip I-b olarak belirlenen kısmi kaplama kron tasarımında stresler bukko-oklüzal metal-porselen birleşiminden bukkal porselen alanına doğru yayılmış ve ilk modelde olduğu gibi metal kopingin oklüzal kısmında yoğunlaşmıştır. Ayrıca lingual metal alanda lingual tüberkül ve santral fossada yoğun baskı ve çekme stresleri gözlenmiştir. Basamak bölgesindeki stres yapısı birinci modeldeki gibidir (Şekil 9).



Şekil 9. Tip I-b tasarımda; stres tip, miktar ve lokalizasyonları.

Oklüzal metal adacık ile oluşturulan Tip I-c tasarımda çekme stresleri metal içinde basamak bölgesinin bizotaj kısmında yer almıştır. Krondaki genel stres dağılımı ikinci modeldekine benzer bir şekilde bukkal ve lingual bölgelerde belirlenirken oklüzal alandaki stres yapısı farklılık arz etmiştir. Lokalizasyonda bir farklılık olmamakla beraber bukkal tüberküldeki stres miktarı belirgin olarak artmıştır. Dentinde homojen bir stres dağılımı belirlenmiştir. Tip I-a tasarımının aksine burada santral fossadan pulpa odasına doğru yönelen stresler baskı değil çekme tar-

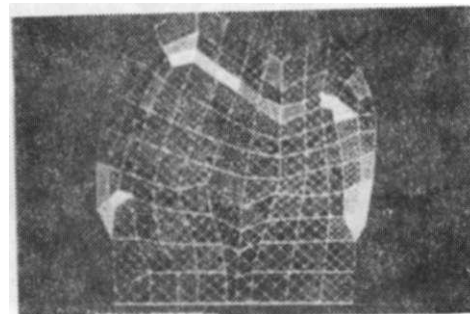
zında görülmüştür ve yoğunluk olarak da azalmıştır. Porselen bünyesinde yer alan stres miktarı Tip I-b tasarımına benzerlik göstermektedir. Oklüzalde metal porselen birleşim yerinde ve her iki tüberkül tepesinde Tip I-a tasarımına daha yakın, Tip I-b tasarımına oranla daha az ve homojen bir stres dağılımı gözlenmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Tip I-c tasarımda; stres tip, miktar ve lokalizasyonları.

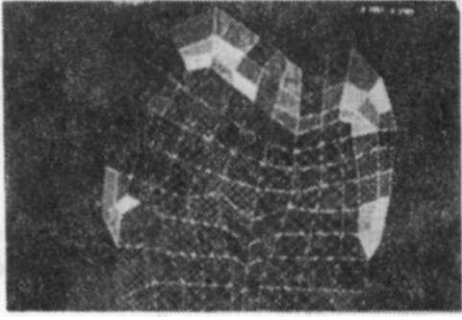
II. tip modellerden metal - porselen birleşiminin oklüzal kontak noktasına yakın olduğu kısmi kaplamalı tasarımdaki stres dağılımı şekil 11 de gösterilmiştir (Tip II-a). Bukko-oklüzal metal - porselen birleşiminde porselen bünyesinde yoğun stresler gözlenmiş ve bu stres değerleri ilk gruptaki tasarımlara göre çok yüksek olarak ortaya çıkmıştır. Buna ilaveten bukkal porselen bünyesinde de, streslerde bir artış belirlenmiştir. Basamak bölgesindeki ve okluzo-lingual metal alandaki stresler ise Tip I-b tasarımdaki gibi gözlenmiştir.

Tip II-b olarak belirlenen modelde oklüzal yüzeyde uygun olmayan bir metal - porselen bir-



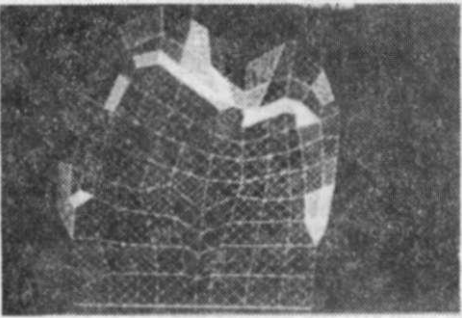
Şekil 11. Tip II-a tasarımda; stres tip, miktar ve lokalizasyonları.

leşimi tasarlanmış ve stres dağılımı şekil 12'de gösterilmiştir. Homojen olmayan metal ve porselen kalınlıklarına sahip bu tasarımda her ne kadar basamak bölgesindeki metal ve porselen bünyesinde yer alan stresler azalmışsa da okluzaldeki metal ve porselen tabakalarındaki stres yoğunlukları belirgin olarak artmıştır. Özellikle metal - porselen birleşiminde homojen olmayan değişik tipte yoğun stresler yer almıştır. Metal alt yapıda en yüksek çekme stres değerleri bu tasarımda gözlenmiştir.



Şekil 12. Tip II-b tasarımda; stres tip, miktar ve lokalizasyonları.

Son kron tasarımını yansıtan tip II-c modeli ise çok yüksek stres değerlerini sergileyen bir dağılım göstermiştir. Metal - porselen birleşim yerinde bukkal tüberkül tepesinde diğer modellere göre deha yüksek ve değişik tipte stres yoğunlukları gözlenmiştir. Bukkal porselen bünyesinde yalnız çekme stresleri gözlenirken okluzalde yer alan porselen yapıda homojen olmayan sıkışma ve çekme stres dağılımı dikkat çekmektedir.



Şekil 13. Tip II-c tasarımda; stres tip, miktar ve lokalizasyonları.

TARTIŞMA

Metal destekli porselen restorasyonlarla ilgili çalışmalar genellikle bağlantı direncine yönelik olmakla beraber metal alt yapı tasarımının restorasyonun başarısındaki önemini vurgulayan araştırmalarda oldukça fazladır. Metal alt yapı tasarımı ile ilişkin olarak yapılmış pek çok fotoelastik stres analizinde hangi tip tasarımın en uygun stres dağılımını sağladığı araştırılmıştır (6, 8, 11).

Yapılan çalışmalarla metal alt yapı tasarımındaki temel prensipler ışığında (4, 5, 7) modellerimiz oluşturulmuştur. Ancak pratik uygulamalarda bu prensipler dışına taşan bazı tasarım şekillerinin de uygulandığı gözlenmektedir. Bu nedenle çalışmamızda ikinci grup modeller oluşturulurken bu hatalı uygulamalar göz önüne alınmıştır.

Stres analiz yöntemi olarak daha önce yapılan çalışmalarda genellikle fotoelastik yöntem kullanılmıştır (2, 6, 11). Ancak bu yöntemin metal ve porselen gibi farklı materyallere özgü fiziksel özellikleri tam yansıtamadığı ve stres tiplerinin ve miktarlarının belirlenmesinde yetersiz kaldığı gözlenmektedir.

Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular fotoelastik yöntemle yapılan çalışmalarda sunulan bulgularla karşılaştırıldığında temel tasarım prensipleri açısından bir paralellik göstermekle beraber streslerin dağılımı, tipi ve miktarlarının yorumlanmasında bazı farklılıklar sergilemektedir.

Araştırmamızda kullanılan tasarım modellerinden doğru tercihleri yansıtan birinci grupta (Tip I-a, I-b, I-c); Tam porselen kaplama tasarımında risk oluşturabilecek çekme kuvvetleri özellikle lingual metal bant üzerinde ve metal kopingin okluzalinde izlenmiştir (Tip I-a). Bu stres miktarı metal yapının desteğiyle kolayca absorbe edilebilecek sınırlar içerisinde. Nally, Farah ve Craig (2, 6), yaptıkları fotoelastik çalışmada metal tasarımıyla ilişkin temel prensipleri ortaya koymuşlardır. Çalışmamızda tespit ettiğimiz metal yapının stresleri absorbe etme özelliği bu çalışmada da belirlenmiştir. Yo-

kozuko ve Kamezava (11), yaptıkları fotoelastik çalışmada tam kaplama kron tasarımını kullandıkları diğer parsiyel kaplama tasarımlara göre daha riskli olarak değerlendirmişlerdir. Ancak kullandıkları yöntemin gereği porselen ve metal alt yapının kendi iç bünyesinde oluşan streslerden çok transfere dayalı verilerle yorumlama zorunluluğu, tespit edilen materyallerin gerçek elastik özelliklerinden uzak değerlerle temsil edilmeleri ve yükleme lokalizasyonunda dört farklı modelde farklı materyaller üzerinden gerçekleştirilmesi günümüzde bu değerlendirmenin geçerliliğini tartışmalı kılmaktadır.

Sonlu elemanlar yöntemi ile yaptığımız stres analizinde tam porselen kaplamalı tasarım diğer tasarımlara oranla daha homojen ve uygun bir stres dağılımı göstermiştir (Tip I-a). Parsiyel porselen kaplama tasarımında (Tip I-b, Tip II-a) metal - porselen birleşim yerinde gözlenen çekme stresleri benzer çalışmalarda da vurgulandığı gibi bu birleşim bölgesinin oklüzal kontaklardan uzakta konumlandırılması gereğini ortaya koymaktadır. İkinci gruptaki Tip II-a modelindeki stres analizinde bu olayın önemini belirgin olarak vurgulamaktadır.

Metal - porselen birleşiminin stres dağılımı açısından riskli bölgeler olduğu gözlemine dayanarak, parsiyel ve tam porselen kaplamalı tasarımlarda metal kopingin porselen için yeterli bir kalınlığa izin verecek şekilde bir birleşim göstermesi temel prensiplerdendir (5, 7). Bunun aksinin sergilendiği Tip II-b modelinde bu bölgelerde belirgin çekme stresleri ortaya çıkmıştır.

Oklüzal kontak ilişkisini metal yüzeylerde sağlanmak istendiği ve interoklüzal mesafenin yetersiz kaldığı durumlarda bu stres riski göz önüne alınarak kontak bölgesi etrafında yeterli porselen kalınlığına izin verecek bir acılanmayla hazırlanan oklüzal metal adacık şeklindeki tasarım olan Tip I-c, uygun bir stres dağılımı ortaya koymuştur. Ancak bu metal adacığın porselenle dar açılı bir birleşimle sergilendiği Tip II-c modelinde istenmeyen çekme stres yoğunlukları gözlenmiştir. Karşıt doğal diş temasının özellikle parafonksiyonel alışkanlıkları olan bi-

reylerde metal adacık Tip I-c şeklindeki bir tasarımla sağlanması uygun bir alternatif olarak değerlendirilmiştir.

SONUÇ

- Metal destekli porselen restorasyonlarda metal alt yapı tasarımı stres dağılımı açısından önemli bir faktördür.
- Tam kaplama porselen tasarımı en uygun stres dağılımını sağlamıştır.
- Kısmi kaplama kron tasarımı uygulandığında metal - porselen birleşim yeri oklüzale kontak noktasından uzakta konumlandırılmalıdır.
- Metal - porselen birleşiminin her iki materyal için homojen bir kalınlığa izin verecek bir acılanmayla olması gerekir.
- Metal oklüzal yüzey tercih edildiğinde porselenle uygun bir şekilde birleşim yapan oklüzal metal adacık tasarımı uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Anusavice KJ, Hojjatio B, De Hoff PH. Infuluence of metal thickness on stress distribution in metal ceramic crowns. J. Dent. Res. 1986; 65; 1173-1178.
2. Farah JW, Craig RG, Sikarski DL. Photoelastic and finite element stress analysis of restored axsymmetric first molar. J. Biomech 1973; 6: 511-520.
3. Farah JW, Craig RG. Finite element stress analysis of a restored axisymmetric first molar J. Dent. Res. 1974 : 53; 859-866.
4. Kuwata M, Theory and pratice for ceramo metal restorations. Chicago, Berlin, Tokyo; Quintessence Publishing Co. Inc. 1980: 125-135.
5. Mc Lean JW, The Science and Art of dentac ceramics. Chicago, Berlin, Tokyo : Quintessence Publishing Co. Inc. 1979 : I; 217-228.

- C. Nally JL, Farah JW, Craig RG. Experimental stress analysis of dental restorations. J. Prost. Dent. 1971 : 3: (25) 308-315.
7. Shillenburg HT, Hobos S, Fisher DW. Preparation design and marginal distortion in porcelain fused to metal restorations. J. Pros. Dent. 1973 : 29; 276-284.
8. Warpeha WS, Goodkind RJ. Design and technique variables affecting fracture resistance of metal ceramic restorations. J. Prost. Dent. 1976: 35; (3) 291-297.
9. Wheeler RC. Dental Anatomy Physiology and Occlusion. London : W.B. Saunders Co. 1984.
10. Wilson EL, Habibullah A. SAP IV of computer programs for the static and dynamic finite element analysis of structures. Berkeley, California: Computers and structures Inc. 1984; chap, 1-2.
11. Yokozuko S, Kamezava stress. Distribution of metal-bonded porcelain crowns : posterior regions. Shikai Tenbo 1978; 52 (4) : 617-626.