

14882

T.C.
Marmara Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Protetik Diş Tedavisi
Anabilim Dalı

İNLAY - ONLAY RESTORASYONLARDA KULLANILAN FARKLI
ESTETİK MATERYALLERİN FOTOELASTİK STRES ANALİZİ
METODU İLE KARŞILAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

14882

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Dt. Sevcan Akesi İLBAY

Danışman
Prof. Dr. Turan BIŞKIN

İstanbul - 1990

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	3
MATERYAL VE METOD	26
BULGULAR	39
TARTIŞMA	49
SONUÇ	57
ÖZET	59
SUMMARY	61
LİTERATÜR	63
ÖZGEÇMİŞ	69

GİRİŞ

Dişhekimlerinin hastalarına uyguladıkları protezlerde esas amaç, kaybedilen dokuların yerine iadesi, fonksiyon, fonasyon ve estetiğin sağlanması, bunlarla beraber en önemlisi de çiğneme sisteminin sağlıklı bir duruma getirilmesi olmalıdır.

Günümüz dişhekimliğinde çiğneme fonksiyonu, fonasyon, estetik ve tutuculuk aynı oranda aranan özellikler olma durumundadır. Protetik çalışmalarda da diş dokusundan minimum madde kaldırarak maksimum fonksiyon, estetik ve tutuculuk sağlamaya çalışılmaktadır.

Dişhekimleri ve hastalar fonksiyon olduğu kadar, estetik açıdan da restorasyonlara ve kullanılan restoratif malzemelere özen göstermektedirler. Estetik anlayışın daha da önem kazandığı bir devirde, amalgam veya döküm inlay-onlay teknikleri yerini estetik malzemelerin kullanıldığı restorasyonlara bırakmıştır. Tabii estetik materyallerin üreticileri de, bu malzemelerin özellikle posterior bölgede kullanımını arttırmak için, amalgam veya döküm restorasyonlar kadar olmasa da onlara yakın bir sertliğe ulaşmayı başarmışlardır.

Kullanılan estetik materyallerin yapısal ve mekanik özelliklerinin bilinmesinin yanı sıra, çiğneme kuvvetlerinin bu estetik materyaller vasıtasıyla dişe ne oranda iletildiğinin de üzerinde durulması gereken önemli bir konu olduğunu düşünüyoruz.

Çiğneme sistemi mekanik bir yapı olarak düşünülmemeli, aynı zamanda fizyolojik yönden canlı dokuların sağlığı da korunmalıdır. İşte bu nedenle ki, çiğneme kuvvetlerinin deneysel olarak incelenerek daha sağlıklı sonuçlar elde edileceği fikriyle böyle bir çalışmayı gerçekleştirdik.



GENEL BİLGİLER

İnlay-Onlay çalışmaları, diş yapısının bu tip restorasyonları taşımaya elverişli olduğu durumlarda, konservatif ve aynı zamanda protetik tedaviye ihtiyaç gösteren hastalarda uygulanır.

İnlay tekniği ile dolgu yapımı ilk kez 1897 yılında Iowa State Dental Society'e sunduğu makalesiyle Philbrook tarafından ortaya atılmıştır. 1907' de Taggant, revetmana alma ve döküm tekniklerini geliştirmiş ve bunları inlay-onlay diş dolguları yapmak için kullanmıştır.

İlk kavite prensipleri ise 1889 yılında, Black tarafından belirtilmiş olup, zaman içinde tamamlayıcı nitelikte bazı değişiklikler yapılmıştır. (1,13)

Bunlarla birlikte, M.Ö. 600 yılında Peru' da bulunan iskeletlerde altın ve kıymetli taşlardan yapılmış inlaylere, 1492' de K. Kolomb devrinde Güney Amerika' da altın ve diğer çeşitli metallere yapılmış kuron, inlay ve bantlara rastlandığı literatürlerde belirtilmektedir. (47)

Bugün artık, amalgam ve döküm inlay-onlay restorasyonlar yerini, estetik materyallerin kullanıldığı restorasyonlara bırakmıştır.

Estetik materyaller denildiğinde de hemen akla dişhekimliğinde geniş uygulama alanı olan kompozitler gelmektedir.

I - KOMPOZİTLER

Bis-GMA' nın babası Bowen, Reed' le birlikte 1961' de kompozitleri geliştirdiler. 1964' de piyasaya çıkarılan bu malmazede amaçlanan, diş dokusu ile kompozitlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin uyumunu sağlamak ve en iyi estetiğe ulaşmaktı. Kompozitlerle, diş dokusu ve döküm inlay sertliğine ulaşılmasa da amalgamın sertliğine yaklaşılmıştır. (3,26,34)

Kompozitlerin yapısında bulunan Bis-GMA rezini, bir epoksi resin olan glycidyl methacrylate' ın Bisfenol-A olarak adlandırılan bis (4-hydroxyphenyl) dimethylmethane ile ilave reaksiyonu sonucu elde edilir. Yani Bis-GMA, 2,2 - bis[4-(2-hydroxy - 3 - methacryloyloxy - propyloxy) - phenyl] propane' dir. (3,6)

Kompozitler, organik faz (Matriks), disperz faz (Fil-ler) ve bağlayıcı faz (Silan, Kopolimerizasyon) olmak üzere üç fazdan oluşmuştur.

Organik polimer matriks, aromatik veya üretan diakrilattan oluşmuştur.

Disperz inorganik fazda, birçok inorganik materyal vardır. Bunlar kuartz, boro-silikat camı, lityum aliminyum silikat, baryum aliminyum silikat veya baryum floriddir.

Kompozitler, % 50 disperz inorganik faz ve % 50 organik matriksten oluşmuştur.

Mikrofil kompozitlerde ise, inorganik yapı % 25 - 35 arasındadır. (3,6,28,31)

Lutz, kompozitleri önemli özelliklerine göre bir klasifikasyona tabi tutmuştur.

Dolgu tipine (Filler type) göre kompozitler ;

- a- Makrofiller
 - b- Mikrofiller
 - c- Mikrofil kompleksleri,
- olarak üç gruba ayrılır.

Bu üç tipin de dört farklı kombinasyonu söz konusudur.

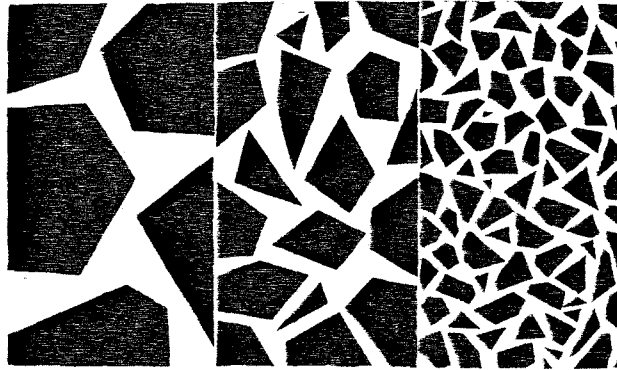
- 1- Konvensiyonal kompozitler (Makrofiller)
- 2- Hibrid kompozitler (Makro ve Mikrofiller)
- 3- Homojen mikrofil kompozitler (Mikrofiller)
- 4- İnhomojen mikrofil kompozitler (Mikrofil ve Mikrofil kompleksleri) (26,31)

1- Konvensiyonal Kompozitler

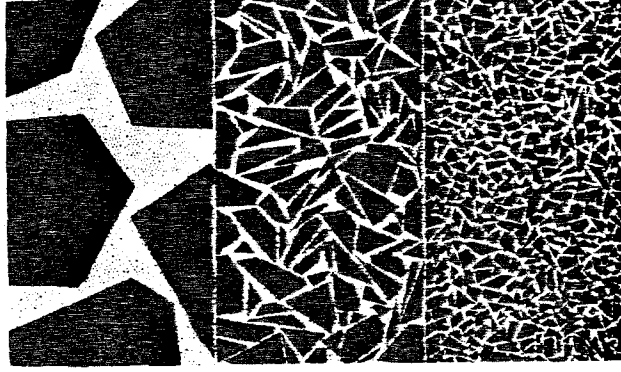
Organik matriks ve konvensiyonal makrofil yapıdan oluşur. Şekil 1' de mikropartiküler yapının büyüklüğü solda $\geq 10 \mu\text{m}$, ortada $\leq 10 \mu\text{m}$, sağda $\leq 5 \mu\text{m}$ olarak verilmiştir.

2- Hibrid Kompozitler

Organik matriks, konvensiyonal makrofil ve mikrofil yapıdan oluşur. Şekil 2' de solda $\geq 10 \mu\text{m}$, ortada 2-10 μm , sağda $\leq 2 \mu\text{m}$ olan hibrid yapının mikropartiküler yapısı görülmektedir.



Şekil 1 : Konvensiyonal Kompozitler



Şekil 2 : Hibrid Kompozitler

3- Homojen Mikrofil Kompozitler

Organik matriks ve mikrofil yapıdan oluşur. Mikropartiküller yapının değeri 0.04-0.2 μm arasındadır. Şekil 3.



Şekil 3 : Homojen Mikrofil Kompozitler

4- İnhomojen Mikrofil Kompozitler

Organik matriks, direkt ilave edilmiş mikrofil ve makrofil kompleksinden oluşur.

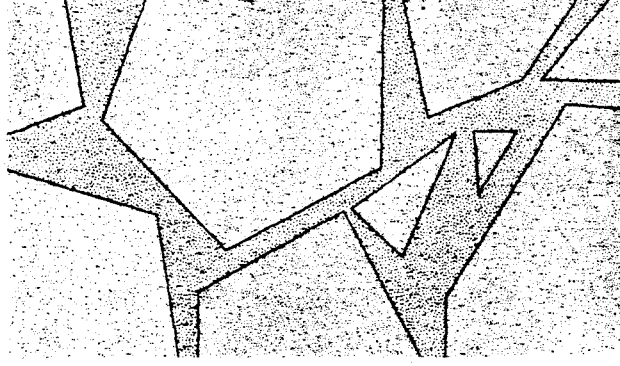
İnhomojen mikrofil kompozitler üç alt sınıfa ayrılırlar. Bunlar ;

a- Organik matriks, mikrofil yapı, köşeli şekillenmiş mikrofil kompleksinden oluşanlar. Şekil 4a.

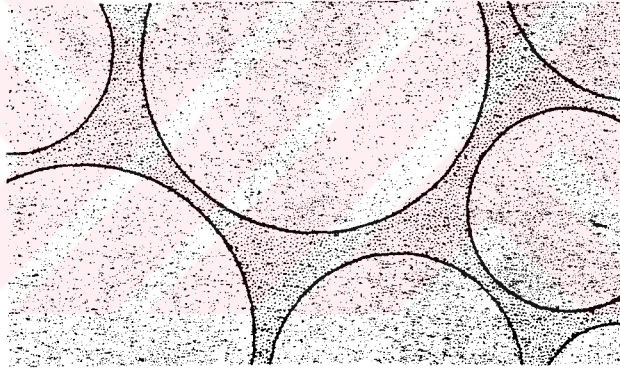
b- Organik matriks, mikrofil yapı, küre şeklindeki mikrofil

kompleksinden oluşanlar. Şekil 4b.

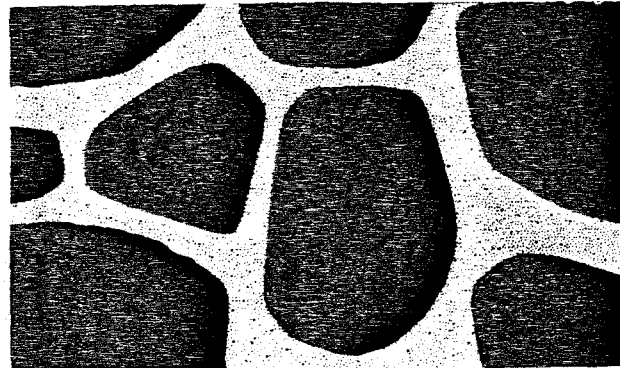
c- Organik matriks, mikrofil yapı ve Agglomerierte (gay-
rı muntazam yumak biçiminde bir yığın halinde kümeleşme göster-
me) kompleksinden oluşanlar. Şekil 4c. (31)



Şekil 4a : İnhomojen Mikrofil Kompozitler



Şekil 4b



Şekil 4c

Kullmann (28) ise, 1988' de farklı özelliklerine göre kompozitleri aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır.

Malzemenin piyasaya sunuluş şekli	- Pasta / Pasta - Toz / Likit - Pasta / Likit
İnorganik yapının içeriği	- Plastik malzeme (\leq % 50) - Kompozit ($>$ % 50)
İnorganik yapının partikül büyüklüğü	- Mikropartikül (0.01-0.1 μ m) - Minipartikül (0.1-1 μ m) - Midipartikül (1-10 μ m) - Makropartikül (10-100 μ m)
İnorganik yapının cinsi	- Kuartz - Cam (Ba-Al, Sr, Li-Al Camı v.b.) - Pirojen SiO ₂
Organik matriksin cinsi	- Metil metakrilat - Dimetakrilat (Ör: Bis-GMA, Üretandimetakrilat)
Yapışma şekli	- Herhangibir ajan gerektirmeden - Bir ajan yardımıyla yapışanlar (Ör: Bonding ajanı)
Tutuculuk	- Mikromekanik - Mikromekanik + Kimyasal
Polimerizasyon şekli	- Kendi kendine polimerize olan - Işınla polimerize olan - Işınla ve kendi kendine polimerize olanlar
Sertleşme süresi	- Normal sertleşenler (4.5-8.5 dak.) - Hızlı sertleşenler (2.5-5.5 dak.)
Film kalınlığı	- Küçük grenli (\leq 25 μ m) - Orta grenli (\leq 40 μ m) - Büyük grenli ($>$ 40 μ m)

Franz ve arkadaşları (15) 1986' da genel olarak ışınla polimerize olan kompozitlerin, aşınmaya dayanıklılık, şekil stabilitesi ve kenar uyumu bakımından kendi kendine polimerize olanlara açık bir üstünlük sağladığını ifade etmişlerdir. Aradaki farkın nedeni olarak da farklı partikül büyüklüğü gösterilmektedir. İnhojen mikrofil kompozitlerde yüzeyler bütün deney süresi boyunca düzgün kalmıştır.

Aynı yıl Kastenbauer (26) % 50 ve daha fazla inorganik dolgu maddeleri içeren mikrofillerin özelliklerini şu şekilde sıralamıştır.

- 1- Ağız ortamında uzun süreli cilalı kalabilmesi
- 2- Aşınmaya karşı dirençli olması
- 3- Metal aletlerle çalışılabilirliği

Partiküllerin çok küçük olması (0.01 - 0.04 μm) sebebiyle dolgu maddesinin sıkı sıkıya birbirine bağlandığını ve fevkalade düzgün homojen bir yüzey elde edildiğini, ayrıca basınçlara karşı dayanıklılığının da amalgam ile karşılaştırıldığında yaklaşık 400 N/mm² olduğunu aynı araştırmacı belirtmektedir.

1986' da Hobo ve Iwata (21)' da değişik restoratif materyallerin mekanik özelliklerini karşılaştırmışlardır.

1988' de Kullmann (27), hibrid ve mikrofil kompozitlerin renk değişimleri, yüzey ve kenar renklenmeleri, anatomik formu, sekonder çürük oluşumlarını incelemiş, mekanik özellikler bakımından hibrid kompozitlerin daha olumlu sonuçlar verdiğini bulmuştur.

Yine aynı yıl içinde, Geurtsen ve arkadaşları (18,19), Marolf ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada homojen mikrofil kompozitlerin aşınma özelliği bakımından amalgamdan iyi olduğunu fakat kompozit inlaylerin 3-5 senelik ömürleri olduğunu ifade ettiklerini belirtmişlerdir.

Uygulanan restoratif materyallere intikal eden kuvvetlerin değerlendirilmesinde kuvvet analiz yöntemleri kullanılır.

II - KUVVET ANALİZ YÖNTEMLERİ

Herhangibir cisme bir kuvvet uygulandığında, bu dış kuvvete karşı cisimde ya bir şekil değiştirme oluşur ya da direnç görölür. Bu direnç, uygulanan dış kuvvetlere, karşıt ve eşit şiddette oluşan bir iç reaksiyondur. Bu direnç, Stres olarak tanımlanır.

$$\text{Stres} = \frac{\text{Kuvvet}}{\text{Alan}}$$

formölü ile, mm²' ye uygulanan kuvvet (N/mm²) olarak değerlendirilir.

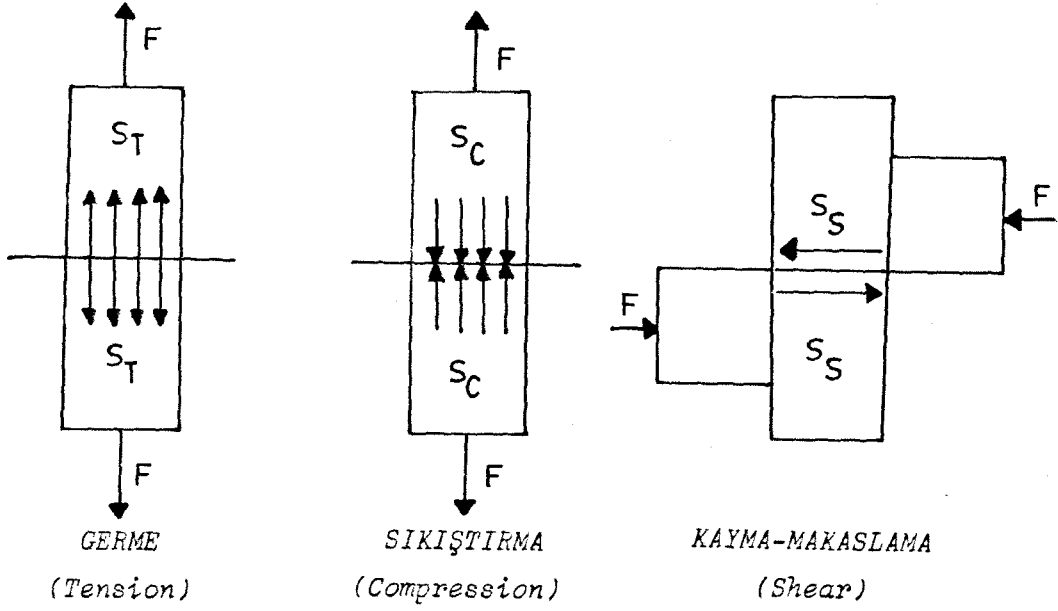
Stresin üç esas tipi vardır. Bunlar ;

- 1- Tension (germe)
- 2- Compression (sıkıştırma)
- 3- Shear (kayma veya makaslama)

Bir cisme germe kuvveti uygulandığında, cismin molekülleri kuvvetin yönünde hareket edecektir. Sıkıştırma kuvvetinde moleküller birbirine yaklaşacak, makaslama olayında ise, kuvvetin yönü doğrultusunda moleküller birbirine ters yönde hareket edecektir.

Dental restorasyonlarda, uygulanan kuvvetler sonucu bu üç tip stresin kombinasyonu gözlenecektir. şekil 5. (6,10)

Bu kuvvetleri incelemek amacıyla da değişik kuvvet analiz yöntemleri geliştirilmiştir.



Şekil 5 : Dental Restorasyonlarda Oluşan üç tip Stresin Kombinasyonu
(Craig'den (6))

Kuvvet analiz yöntemlerini beş grup altında toplayabiliriz.

- 1- Gerilim ölçer (Strain gauge) kullanarak kuvvet analizi
- 2- Kırılğan vernik (Brittle lacquer) tekniği ile kuvvet analizi
- 3- Matematiksel kuvvet analiz yöntemi (Finite element).
- 4- Laser ışınlarıyla kuvvet analizi
- 5- Fotoelastik kuvvet analiz yöntemi (Photoelastic Stress analysis)

1- Gerilim Ölçer (Strain gauge) Kullanarak Kuvvet Analizi

Gerilim ölçerler, yük altındaki yapıların bünyesinde oluşan doğrusal şekil değişikliklerinin saptanmasında kullanılan ağıtlardır. Çeşitli prensiplere dayanan birçok gerilim ölçer tipi mevcuttur. Bunların prensipleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Mekanik
- Mekanik, optik
- Optik
- Akustik
- Elektrik
- Elektronik

Dişhekimliğinde kullanılan elektronik gerilim ölçerler, genellikle ağız içine tatbik edildiklerinden bunların protez üzerine yerleştirilmesi gereken kritik bölgeler çok defa ağız dışında ve model üzerinde yapılan kırılabilir vernik kaplama tekniği ile belirlenir; böylece daha hassas sahaların bu yöntemle kuvvet karşısındaki deformasyonlarını gözleme olanağı ortaya çıkar. (6,7,13,43,45)

2- Kırılğan Vernik (Brittle lacquer) Tekniği ile Kuvvet Analizi

Kırılğan vernik kaplama tekniği, çalışılan cisim üzerine 0.005 - 0.010 inç arasında bir vernik tabakasının püskürtülmesi ve cisme kuvvet tatbik edildiğinde, vernik üzerinde bu kuvvete dik yönde, uygulama noktasından uzaklaştıkça azalan bir takım çatlakların meydana gelmesiyle karakterize olan bir tekniktir. Çatlakların sık olduğu bölgeler, kuvvetin etkisine en çok maruz kalan bölgelerdir. (7,13,43,45)

3- Matematiksel Kuvvet Analiz Yöntemi (Finite Element)

Sonlu elemanlar yöntemi, tetkik edilmek istenen gerçek sistemin sonlu sayıda elemanlardan oluştuğu varsayılarak yapılan bir analizdir. Sonlu elemanlar, orjinal yapının bölünmesi ve materyal niteliklerinin elemanlarda tutulması ile oluşturulur. Modeli oluşturan her yapının Poisson ve Young modülleri her üçgenin apeksindeki x ve y koordinatları ile yükleme koşulları bilgisayara verilerek kuvvet bileşenleri ve bunların yer değiştirme miktarları elde edilir. Aynı zamanda bilgisayar ve-

rileri ile modelin yüklenen kısmının hareketi ve taşıyabileceği yük miktarı da saptanabilmektedir. (6,13,45)

4- Laser Işınlarıyla Kuvvet Analizi

Halografik İnterferometri olarak adlandırılan bu teknikte İnterferometre denilen aletten yararlanılır. Bu alet cisimler üzerindeki mesafe ve yer değiştirme miktarını çıkardığı iki laser ışın demeti ile ölçer. Işın vermesi sırasında obje hareket ettirildiğinde, halografik görüntüde şekillenen saçakların değerlendirilmesi ile sonuca gidilir. (13,45)

5- Fotoelastik Kuvvet Analiz Yöntemi (Photoelastic Stress Analysis)

Kuvvet analizi çalışmalarında kullanılan diğer yöntemlere nazaran bütün modeldeki iç streslerin doğrudan gözlenmesine imkan vermesi bakımından tercih edilmektedir. Fotoelastik kuvvet analiz yönteminde iki veya üç boyutlu modeller kullanılabildiği gibi fotoelastik yüzey kaplama tekniği ile de çalışmalar yapılabilir. (13,43,45)

Saydam izotropik cisimlerin kuvvetler etkisi altında çift kırıcılık özelliği kazanmasına fotoelastisite, ve bu özellikten faydalanılarak yapılan ölçmelere de fotoelastik ölçmeler adı verilir. (43)

Söz konusu yöntem, karışık yapılar içinde oluşan mekanik iç baskı ve gerilimleri gözle görülebilir ışık taslakları haline dönüştürme tekniğidir. Bu yöntem iki fiziksel prensibe dayanır.

1- Bazı ortamların kuvvet altında çift kırıcılık göstermesi

2- Işığın polarizasyonu. (45)

Kuvvet etkisi altında olan izotropik saydam cisme giren ışık birbirine dik iki bileşene ayrılarak yoluna devam eder. Bu duruma çift kırıcılık adı verilir. (43)

Polarizasyon ise, ışık dalga hareketindeki titreşimlerin belir-

li bir yol çizmesiyle meydana gelen bir olaydır. Işık bir Nicol prizmasından geçince polarize olur. Polarize ışık hüzmesi, yüklenmiş fotoelastik bir materyalden geçtiğinde maddeyi farklı hızlarda kateden dikey titreşimlere dönüştürür. Bu faz farkı polarize filtre veya polariskop yardımı ile gözlenir. Polariskoplar fotoelastik analizlerde N saçak sayısını bulmamızı mümkün kılan aletlerdir. (43,45)

Polariskopta oluşan karanlık görüntülere izoklin adı verilir. İzoklinler asal gerilme yönlerinin bulunmasını sağlar. Bu görüntüler dairesel polariskopta izlenemez. Asal gerilme farklarının sabit olduğu noktaların geometrik yerine izokromat adı verilir. Bu renkler sırası ile şu şekilde gider ;

Siyah - Sarı - Kırmızı - Mavi - Yeşil

Sarı - Kırmızı - Yeşil - Sarı - Kırmızı - Yeşil

Kırmızı ile ilk mavi yeşil arası N = 1' dir.

İkinci kırmızı ile yeşil arası N = 2' dir.

Üçüncü kırmızı ile yeşil arası N = 3' dür.

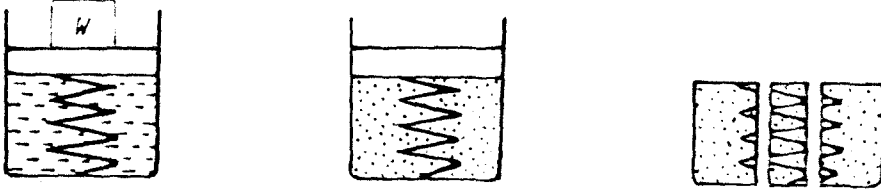
En başta siyahta N = 0' dir. (43)

İki boyutlu fotoelastik analiz yönteminde, kuvvet analizi istenen cismin iki boyutlu ve 3 - 5 mm. lik kalınlığa sahip olacak şekilde fotoelastik maddeden modeli elde edilir. Yükleme yapılır ve daha sonra polariskopta incelenir. Fotoelastik yüzey kaplama tekniğinde de olay genelde aynıdır. Oluşan kuvvet çizgileri yansıma polariskobunda incelenir.

Üç boyutlu fotoelastik analiz yönteminde ise, araştırılacak konunun fotoelastik materyalden üç boyutlu modeli elde edilir. Model üzerinde özel şartlarda yükleme yapılarak, gerilim dondurma işlemi ile gerilmeler kilitlenir. (6,7,20,43,45)

Bu olayın temeli, bu iş için kullanılan polimerik malzemelerde belirli bir sıcaklık derecesinde sekonder bağın yok olması esasına dayanır. İçinde su bulunan bir kaptaki yaya W ağırlığı uygulandığında ve daha sonra su dondurulduğunda W ağırlığını kaldırmamıza karşılık yaydaki gerilim kalmış olacaktır. İşte gerilim dondurma işlemi bu prensibe göre yapılır.

Şekil 6.



Şekil 6

Model Malzemelerinde Aranılan Özellikler :

- 1- Fotoelastik model saydam olmalı ve ışığı geçirmeli
- 2- Fotoelastik sabiti (f_0) düşük değerde olmalıdır
- 3- Optik ve mekanik özellikleri her tarafta aynı olmalıdır. Boyutları homojen olmalıdır.
- 4- Model uzun yükleme periyotlarında sünme göstermemeli ya da çok az göstermelidir.
- 5- Model malzemesinin elastik modülü ve çekme dayanımının yüksek olması daha fazla yüklemeler ile analiz yapma imkanı verebilir. Buna karşılık düşük olması halinde ise, daha az yüklemelerde saçak sayılarının oluşması sağlanır.
- 6- Fotoelastik sabiti (f_0) sıcaklık değişimine göre değişmemelidir.
- 7- Model kırılmadan ve çatlamadan işlenebilmelidir.
- 8- Malzemenin imali ya da işlenmesi sırasında artık gerilmeler oluşmamalıdır. (20,43)

Mühendislik alanında 1930' larda iki boyutlu kuvvet analizleri yapılırken 1937' de streslerin dondurulması ilkesine dayanan üç boyutlu kuvvet analiz yöntemi geliştirildi. (20)

Dişhekimliğinde dental restorasyonların dizaynları ve kullanılan dolgu malzemeleri ile ilgili ilk çalışmalar iki boyutlu fotoelastik kuvvet analiz yöntemleri ve elektriksel ge-

rilim ölçerlerle yapılmıştır.

Craig ve Farah (9) iki boyutlu fotoelastik kuvvet analiz yöntemiyle kavite dizaynlarının incelenmesinde, ilk çalışmalardan birinin 1949 yılında Noonan' a ait olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada modeller bakalit plaklardan kesilmiş ve amalgam ile restorasyonları yapılmıştır.

Craig ve Farah (9), 1954' de Haskins ve arkadaşları, 1958' de Mahler, yine 1958' de Guard ve arkadaşları, 1965' de Granath, 1968' de Granath ve Edlund' un farklı dizaynlı restorasyonlarda iki boyutlu fotoelastik stres analiz çalışmaları yaptıklarını belirtmişlerdir.

1967' de Craig ve arkadaşları (7), Class II amalgam restorasyonlarda Cataline rezin kullanarak iki boyutlu fotoelastik stres analiz yöntemiyle stres yoğunluklarını incelemişlerdir.

Ulusoy ve Aydın (45) ise, dişhekimliğinde ilk kez 1935 yılında Zak isimli araştırmacının, ortodontik kuvvetlerin alveol üzerindeki etkilerini incelemek için fotoelastik analizleri kullandığını ifade etmişlerdir.

1968' de Johnson ve arkadaşları, üç boyutlu fotoelastik analizlerle değişik Class I kavite preparasyonlarını değerlendirmişlerdir. (9)

1973' de Farah ve arkadaşları, stres analizi çalışmalarında hem üç boyutlu fotoelastisiteyi hem de finite element yöntemini kullanmışlardır. (9)

Aynı yıl Poyrazoğlu (36) normal köprü sistemiyle, kuron içi ve kuron dışı parçalı köprü sistemlerini iki boyutlu fotoelastik metodla incelemiştir.

1974' de Ulusoy (45), Kennedy I.,II.,III. ve IV. sınıf üst çene vakalarında kullanılan çeşitli iskelet protez planları ile destek dokulara iletilen stresleri değişik kuvvet komponentleri doğrultusunda karşılaştırmıştır.

Yine aynı yıl Mondelli ve arkadaşları (33), sekiz farklı MOD kavite dizaynına uygulanan altın inlay restorasyonların simantasyondan sonraki gerilim streslerini ve değişen dayanıklılığını, buna bağlı olarak da kavite iç yüzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

1975' de Fisher ve arkadaşları (14), yedi değişik dizaynla prepare edilmiş siman kaideli ve kaidesiz modellerin altın döküm inlay-onlay restorasyonlarında okluzal kuvvetler sonucu oluşan streslerin kritik bölgelerini araştırmışlardır.

1976' da Farah ve arkadaşları kompozit restorasyonlarda kaide materyallerinin etkilerini incelemişler ve destekleyici etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. (9)

1979' da Yıldızcı (46) inlayli çapaların çiğneme basıncını karşılama kabiliyetleri ile pulpa sınır ilişkilerini üç boyutlu fotoelastik stres analiziyle araştırmıştır.

1983' de Çuhadaroğlu ve Karateke (10) altın plastik kuronlarda statik çalışmalar yapmışlardır. Epoksi rezin kuron modellere tek taraflı 5 ve 10 kg.lık, çift taraflı ise 10 kg. lık kuvvetler uygulanmıştır.

Aynı yıl Çuhadaroğlu, diş kesiminde farklı basamak şekilleri ve bunların kuvvet dağılımında ne gibi farklılıklar oluşturduğunu fotoelastik stres analiz yöntemiyle araştırmıştır.

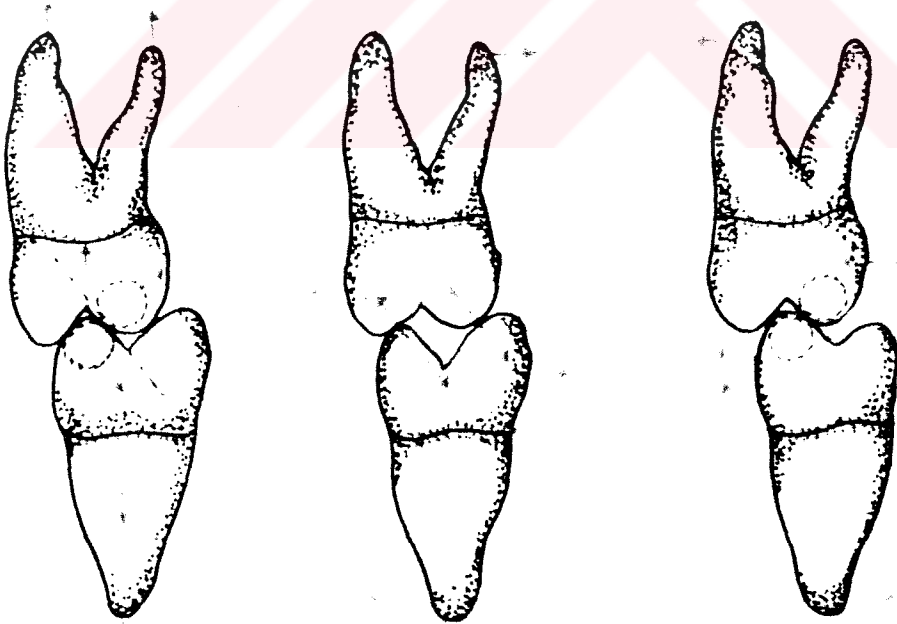
Yine 3/4, 4/5 ve Jaket kuronlar üzerine intikal eden kuvvetler üç boyutlu fotoelastik stres analiz yöntemiyle ince-

lenmiş, sonuçlar vertikal ve horizontal kesitler alınarak değerlendirilmiştir. (10)

Doğan (13) 1983' de dar ve geniş açılı altı farklı kavite preparasyonuna sahip dişlerdeki kuvvet dağılımını, iki boyutlu finite element (sonlu elemanlar) yöntemiyle araştırmıştır.

1987' de Groot ve arkadaşları (12) finite element analiz yöntemiyle kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini incelemişlerdir.

Zhou, Hu ve Wang (48) 1989 yılında mandibular I.molarlarda Class I kavite preparasyonlarında stres analizi ve kırılma kuvvetlerini iki boyutlu finite element yöntemi ile araştırmışlardır.



Şekil 7 : Mandibuların Horizontal Düzlemdeki Hareketleri Esnasında, Fonksiyonel Tüberküllere İntikal Eden Kuvvetlerin Dağılımı (Tylman'dan (44))

Yaptığımız çalışmada, uygulayacağımız kuvvetin değerini belirlemek amacıyla, bazı araştırmacıların biomekanik tetkik sonuçlarını inceledik.

Yurkstas ve Curby, normal çiğneme için 6-8 kg.'lık kuvvetlerin yeterli olduğunu belirtmişler ve protez kullanan kişilerde maksimum çiğneme kuvvetini 12 kg. olarak saptamışlardır.

Anderson, üst çene dişlerinde dağılan çiğneme basınçlarını hesaplamış; bisküvi yerken 15 kg.'a, et yerken ise 7kg.'a ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur.

Tylman ve Hildebrand ise, tek diş üzerine 45 kg.'ı aşan kuvvet yüklemelerinde, periodontal membranda ağrı hissi meydana geldiğini gnathodynamometre ile yaptıkları araştırma sonucu saptamışlardır. (10,45)

Poyrazoğlu (36), 1973' de aşağıda adı geçen araştırmacıların alveol kemiğine aktarılan basınçları;

Klafenbach	67kg/cm ²	
Tibault	24-55 kg/cm ²	
Wustrow	10-50 kg/cm ²	
Belger	15-50 kg/cm ²	
Mathe	30-45 kg/cm ²	olarak bulduklarını ifade etmiştir.

Yine Poyrazoğlu (36) aynı yıl tek diş üzerine gelen kuvvetlerin yönlerinin dişlerin uzun eksenlerinin doğrultusundan farklı doğrultuda olursa, diş üzerinde her zaman bir momentin söz konusu olacağını belirtmiştir. Buna, dişin alveol kavsi üzerindeki yeri ve tüberkül eğimleri sebep olur. Poyrazoğlu, tüberkül eğimlerinin sebep olduğu momentleri en aza indirmenin de okluzal inlayler yaparak sağlanabileceğini vurgulamıştır.

Çuhadaroğlu (10), 1983' de dişlerin çiğneme hareketleri sonucu üzerlerine gelen kuvvetlerin;

1- Vertikal

2- Horizontal

3- Her ikisinin bileşiği, olarak ortaya çıktığını ve bu kuvvetlerin normal ölçülerinin paradonsiyumun sıhhatli fonksiyonunu sağladığını belirtmektedir.

Craig (6), 1985' de maksimum ısırma kuvvetinin 200-2440 N arasında rapor edildiğini bildirmiştir.

I. ve II. molarlarda ısırma kuvveti 390-800 N arasında olup, ortalama değereri 565 N' dur. Premolarlar, kanin ve keserler için verilen ortalama değererler ise sırasıyla, 288, 208 ve 155 N' dur.

Bir restorasyon söz konusu olduğunda sürekli dişlerde ortalama ısırma kuvvetleri molarlar, premolarlar ve kesicilerde 665, 453, 222 N' dur. Bu değererler restorasyonun çeşidi-ne göre değerirmektedir. (6)

Ulusoy (45), 1988' de çiğneme basınçlarının ortalama değererler verilecek olursa; kesici dişlerde 20 kg., kanin dişlerinde 50-60 kg., premolar dişlerde 30-40 kg., molar dişlerinde ise 40-50 kg. olarak kabul edilebileceğini belirtmiştir.

Zhou ve arkadaşları (48), 1989' da vertikal kuvvetler altında dişin kendi aksına paralel olan bir yönde hareket edeceğini ve vertikal kuvvetlerin dişe diğer kuvvetlerden daha zararsız olduğunu bununla birlikte eğik gelen kuvvetlerin ise, diş üzerinde istenmeyen streslerin oluşmasında daha etkili rol oynadığını ifade etmişlerdir.

Kaybedilmiş diş dokusunun yerine iadesinde, restorasyon kalan yapıyı korumalıdır. Kavite preparasyonunda hem kavite prensiplerine uyulmalı, hem de en az doku kaybı meydana getirecek şekilde çalışma yapılmalıdır.

III- İNLAY-ONLAY PREPARASYONLARI

İnlay-Onlay restorasyonlar, konservatif aynı zamanda protetik tedaviye ihtiyaç gösteren durumlarda uygulanır.

Bruksizm, clenching gibi kötü alışkanlıkları olan hastalarda, çok derin subgingival preparasyon gerektiren vakalarda ve onlay restorasyonlar için molar dişlerin aşırı stres gelen tüberküllerinde uygulanmaması gerektiği bildirilmektedir. (5,18,19,22,39,44)

Araştırmacılarca, döküm inlay-onlay preparasyonlarda;

Aksiyal duvarların birbirine paralel olması ve en iyi tutuculuğun paralel duvarlar ile temin edilebileceği belirtilmiştir.

Karşıt duvarlar arasında ortalama 6° lik bir eğim olması tutuculuk yönünden uygun kabul edilebilir.

Restorasyonun direncini arttırmak için, proksimal kutunun gingival tabanı ile aksiyal duvarların birleşim yerinde V şeklinde bir girinti yapılması,

Döküm inlaylerde, döküm sırasındaki büzülmeyle tolere etmek için tüm mine kenarlarının bizote edilmesi,

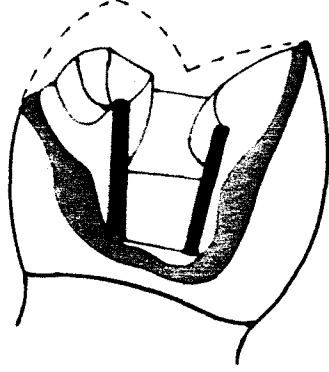
Tutuculuğun zayıfladığı durumlarda, oluk veya pin çukuru ile tutuculuğun arttırılabileceği savunulmaktadır.

Yine onlaylerde, fonksiyonel tüberkülün basamaklı olarak prepare edilmesinin gerekli olduğu ifade edilmektedir.

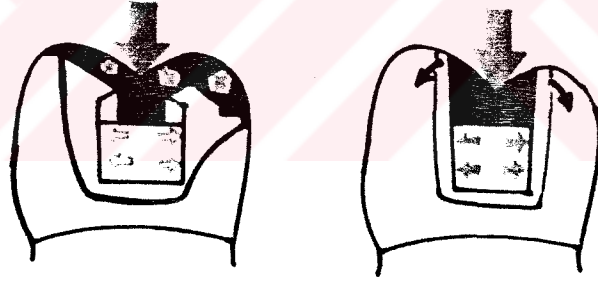
Şekil 8. (39,44)

Craig ve Farah (9), Shillingburg ve arkadaşları (39)

okluzal tüberkülleri içine alan onlay restorasyonların inlay restorasyonlardan daha iyi stres konsantrasyonlarını dağıttığı görüşünde birleşmektedirler. Şekil 9.



Şekil 8



Şekil 9

Estetik restorasyonlarda uygulanan preparasyon teknikleri ise klasik preparasyonlardan biraz farklıdır;

Preparasyon kenarlarında keskin sınırlar oluşturulmama-
lı, iç duvarların köşeleri yuvarlatılmalıdır. Bizotaj yapılma-
malı, restorasyon diş dokusuyla bir bütünlük sağlamalıdır. Ak-
si taktirde kırılmalara sebep olabilir.

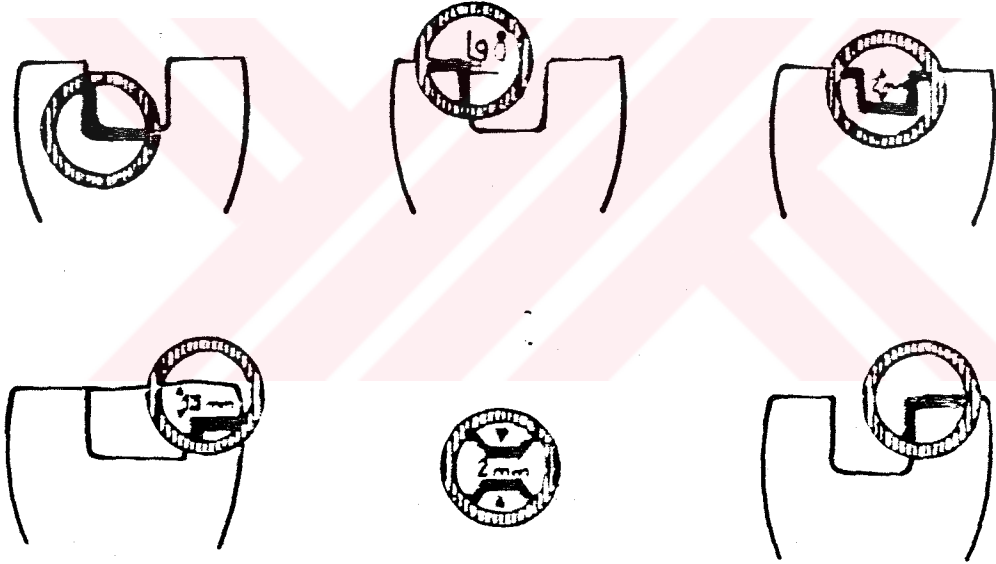
Aksiyal duvarlar 6° konik olarak prepare edilmelidir. Okluzal yüzle aksiyal duvarlar arası 90° olmalı, 120° '-den büyük olmamalıdır.

Okluzal kuvvetlere karşı inlayin dayanıklılığı için kalınlığı, en dar bölgede en az 1.5-2mm. olmalıdır.

Onlay uygulaması için okluzalden en az 1.5-2 mm. madde kaldırılmalıdır. Okluzal preparasyon sınırları artikülasyon esnasında karşıtı ile temas etmemelidir.

Aksiyal duvarlar arasında minimum genişlik 2 mm. olmalıdır. (16,23,24,25,38,40,41)

Şekil 10.



Şekil 10

Estatik inlay-onlaylerin bugün için en çok kullanılan çeşitlerinin direkt rezin, indirekt rezin, porselen, döküm seramik ve döküm apatit olduğundan bahsetmiştik.

Direkt kompozit rezinlerin uygulanmasında bazı sakıncaların varlığı yapılan araştırmalar sonucu ortaya konmuştur.

Biedermann (2), 1989' da Davidson ve de Gree' nin, polimerizasyon büzülmesiyle oluşan internal streslerin kontraksiyon kuvvetine sebep olduğunu ve minede çatlaklar oluşturduğunu ifade ettiklerini bildirmiştir.

Lambrechts ve arkadaşları, kompozit rezinin sertleşmesi esnasındaki büzülmenin kompozit rezinin dişe bağlanmasını tehlikeye soktuğunu belirtmişlerdir. (2)

Bu nedenle, posterior kompozit rezinlerin marjinaldeki polimerizasyon streslerinin eliminasyonu için yeni restoratif teknikler geliştirilmiştir.

Lutz, Krejci, Oldenburg (30), Fllemann ve Lutz (17), yaptıkları çalışmalar sonucu preparasyonda ;

1- Konvensiyonal uygulama yapıldığı taktirde polimerizasyon büzülmesi sonucu marjinalde diş kırıkları ve marjinal açıklıklar meydana geleceğini, Şekil 11

2- Armut Şekli verilmiş ve mine kenarları düzeltilmiş adhesiv preparasyonlarda ise, kavite kenarları boyunca kontraksiyon stresleri ve büzülme vektörlerinin birbirleriyle sinerjik etki yapacağını yani birbirlerinin etkisini arttıracacağını belirtmektedirler. Şekil 12.

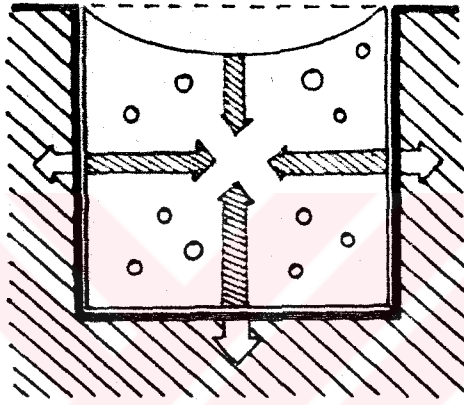
Kavitenin küçülmesi de polimerizasyona bağlı büzülmeyi azaltacaktır.

Bunun yanı sıra, kompozit rezin restorasyonlarda kullanılmak üzere ışık yansıtıcı kamalar geliştirilmiştir. Bu sayede  yönlü ışık ile polimerizasyon yöntemi uygulanabilmektedir. Ve polimerizasyonun büzülme vektörleri, direkt olarak kavite kenarlarına doğru yönelecektir. Şekil 13. (17,29,30)

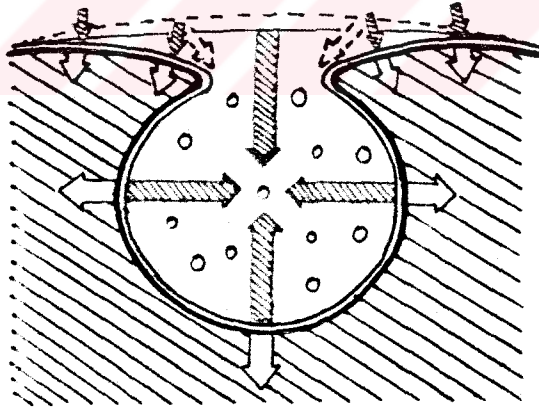
Direkt inlay-onlay tekniğindeki bazı dezavantajların

varlığı kaçınılmazdır. Yukarıda bahsedilen çalışmalarla bu dezavantajlar minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Çalışma şartlarının daha kısa ve kolay olması hekimleri direkt uygulamalara yöneltmektedir.

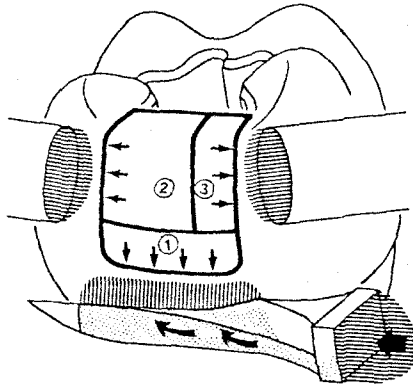
İndirekt inlay-onlay çalışmalarında ise çok daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir.



Şekil 11



Şekil 12



Şekil 13

MATERYAL VE METOD

Araştırmalarımız, M.Ü. Dişhekimliği Fakóltesi Laboratuvarları ile Y.Ü. Metalurji Mühendislięi Bölümü Malzeme ve Ölçme Tekniği Laboratuvarlarında yürütüldü.

Çalışmalarımızda yedi değişik kompozit materyali ile birlikte konvensiyonal akrilik ve porselen kullandık. Böylece kompozitler dışında, farklı olarak polimetilmetakrilat ve porselen malzemeler arasında da karşılaştırma yapma imkanını bulduk.

Kullandığımız kompozit materyallerin özellikleri Tablo I'de verilmiştir.

Estetik inlay-onlaylerin bugün için ençok kullanılan çeşitleri, direkt rezin, indirekt rezin, porselen, döküm seramik ve döküm apatittir.

Biz araştırmalarımızda, bu malzemelerden ilk üçünü kullandık.

Kullanılan Materyaller	Polimerizasyon Şekli	Kaviteye Uygulanışı	Kimyasal Yapısı	Firma Adı
BRILLIANT	Kendi kendine	Direkt	Hibrid	COLTENE
BRILLIANT LUX	Görülebilir ışın	Direkt	Hibrid	COLTENE
BRILLIANT DENTIN	Görülebilir ışın+fırın	Direkt	Hibrid	COLTENE
DURAFILL	Görülebilir ışın	Direkt	Homojen Mikrofil	KULZER
EOS	Görülebilir ışın	İndirekt	İnhomojen Mikrofil	VIVADENT
DUROPONT	Isı+basınç	İndirekt	Homojen Mikrofil	NOVODENT
SR-ISOSIT N	Isı+basınç	İndirekt	Homojen Mikrofil	IVOCLAR

Tablo : 1

Kullandığımız Direkt Rezinler ;

Brilliant, Brilliant Lux, Brilliant Dentin (COLTENE) ve Durafill (KULZER)' dir.

Kendi kendine (kimyasal olarak) sertleşen hibrid kompozit Brilliant'ın basınca dayanıklılığı 328 N/mm^2 , elastik modülü ise 7600 N/mm^2 'dir. Partikül büyüklüğü $1 \mu\text{m}$ ve % 78 Si-lan dolguludur. Resim 1 ve 10.

Görülebilir ışın ile sertleşen Brilliant Lux'ün basınca dayanıklılığı 53 N/mm^2 , elastik modülü 4600 N/mm^2 'dir. Partikül büyüklüğü $1 \mu\text{m}$ olan bu malzemenin dolgu oranı % 78 Si-landır. Resim 2 ve 11.



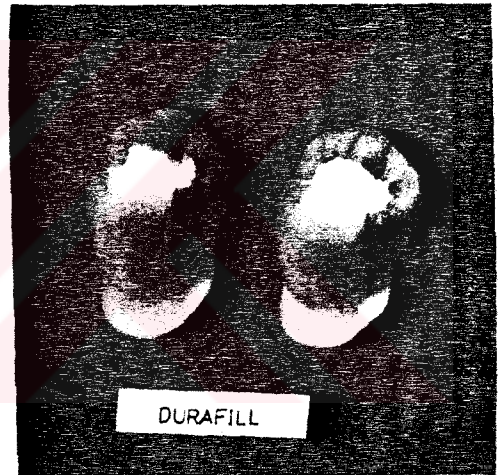
Resin : 1



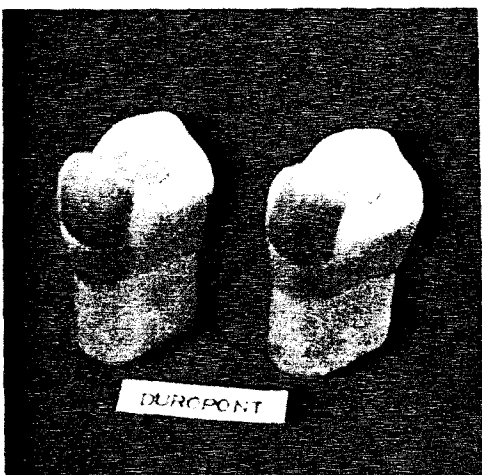
Resin : 2



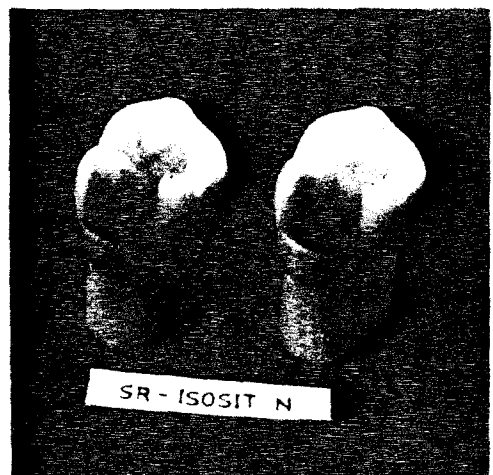
Resin : 3



Resin : 4



Resin : 5



Resin : 6

Brilliant Dentin ise, yine hibrid yapıda olup inlay-on-lay uygulamaları için geliştirilmiş bir malzemedir. Basınca dayanıklılığı 337 N/mm^2 ve elastik modülü 13000 N/mm^2 'dir. Partikül büyüklüğü $0.5 \mu\text{m}$ 'dir ve % 78 oranında Baryum Aliminyum Baro-Silikat ihtiva etmektedir (37). Resim 3 ve 12.

Görülebilir ışınla sertleşen Durafill'in basınca dayanıklılığı $360-400 \text{ N/mm}^2$, elastik modülü ise $2800-3000 \text{ N/mm}^2$ 'dir. Partikül büyüklüğü $0.04 \mu\text{m}$ olan bu kompozit materyal % 75 Pirojen Silisyum dioksit (SiO_2) dolguludur ve homojen mikrofil yapılıdır (26). Resim 4 ve 13.

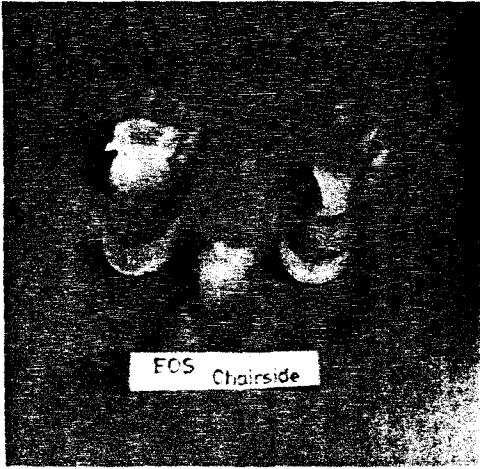
İndirekt Rezinler ;

Duropont (NOVODENT), SR-Isosit N (IVOCCLAR) ve EOS Cheirside (VIVADENT)'dir.

Basınç ve ısı ile polimerize olan Duropont (C+B Materyal) % 50 Pirojen Silisyum dioksit ve % 48.5 Metakrilik Asit esterleri ihtiva eder. Homojen mikrofil yapıdadır ve basınca dayanıklılığı $400-450 \text{ N/mm}^2$ 'dir. Resim 5 ve 16.

Basınç ve ısı ile polimerize olan bir diğer kompozit materyal SR-Isosit N'dir. Homojen mikrofil yapıda olan bu malzemenin basınca dayanıklılığı $480-550 \text{ N/mm}^2$, elastik modülü ise $7000-10000 \text{ N/mm}^2$ 'dir. Başlıca modifiye Bowen Crosslinking ajanı, Pirolitik Silisik Asit, aktivatörler, renklendirme ajanı ve stabilizatörlerden meydana gelmiştir ve metil metakrilat ihtiva etmemektedir (11,18,19). Resim 6 ve 15.

EOS'un basınca dayanıklılığı 340 N/mm^2 olup, elastik modülü 6000 N/mm^2 'dir. İnhomojen mikrofil yapılı bu malzemenin partikül büyüklüğü $0.04 \mu\text{m}$ 'dir ve % 76-78 Silisyum dioksit ve Silan dolguludur (42). Resim 7 ve 14.



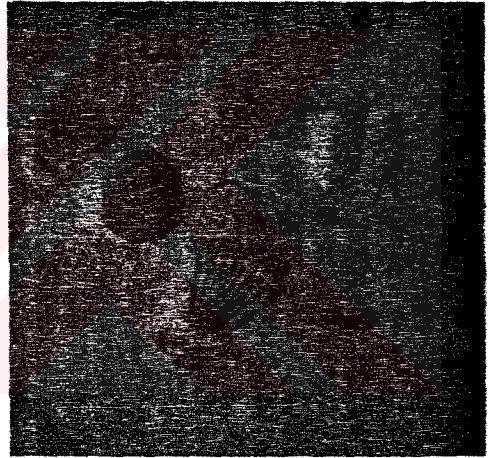
resim : 7



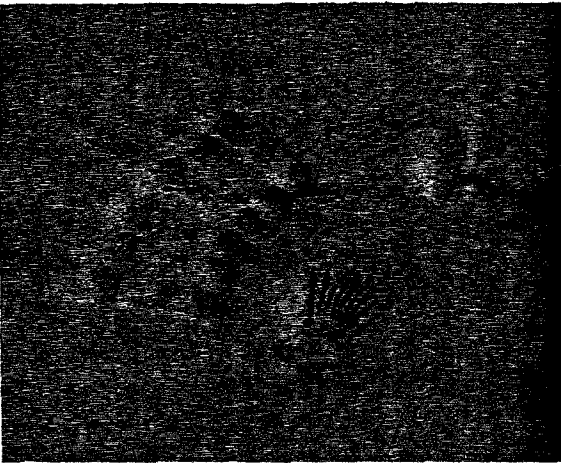
resim : 8



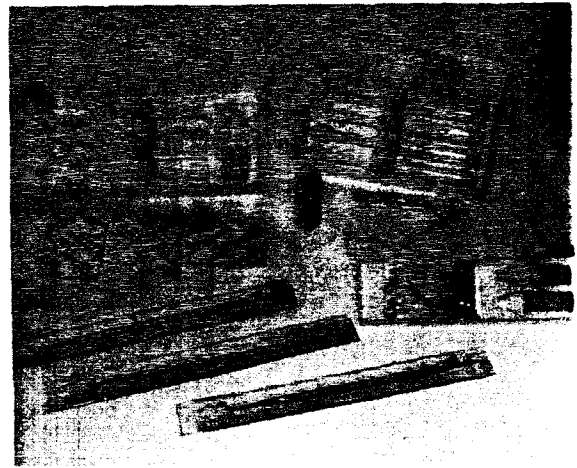
resim : 9



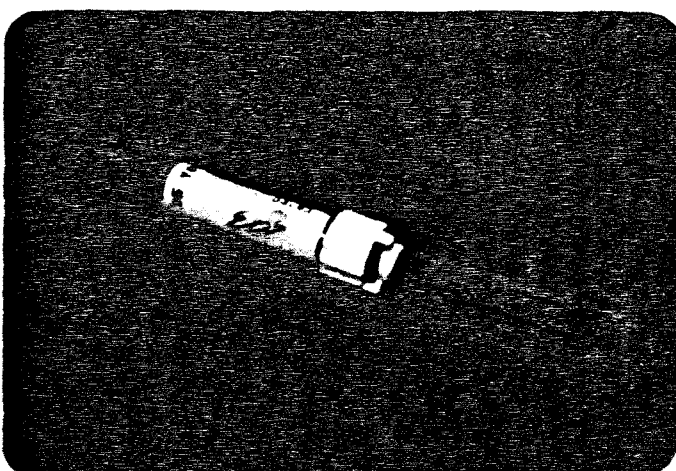
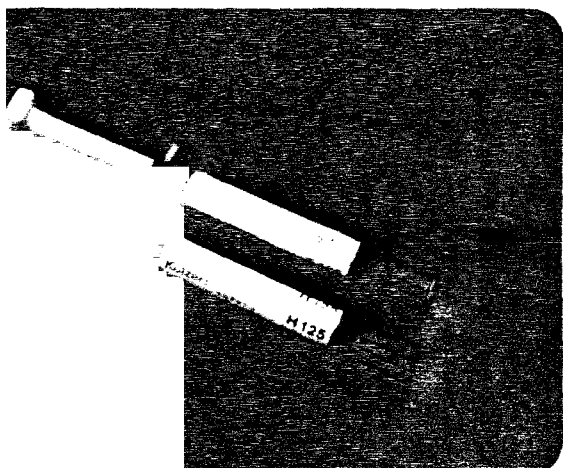
resim : 10



resim : 11

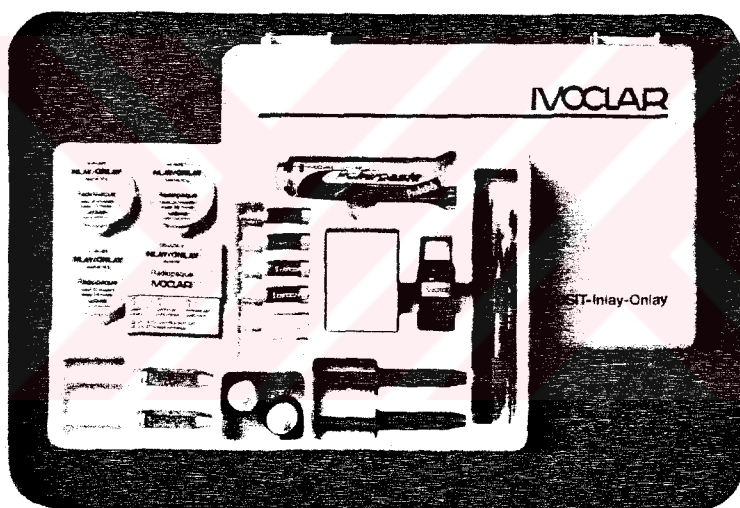


resim : 12

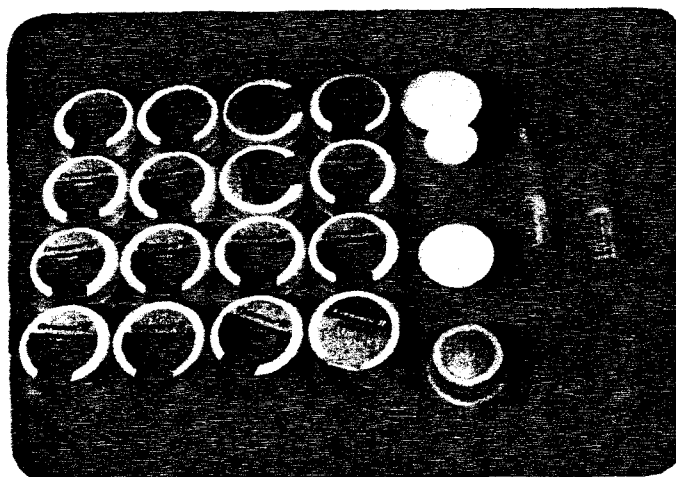
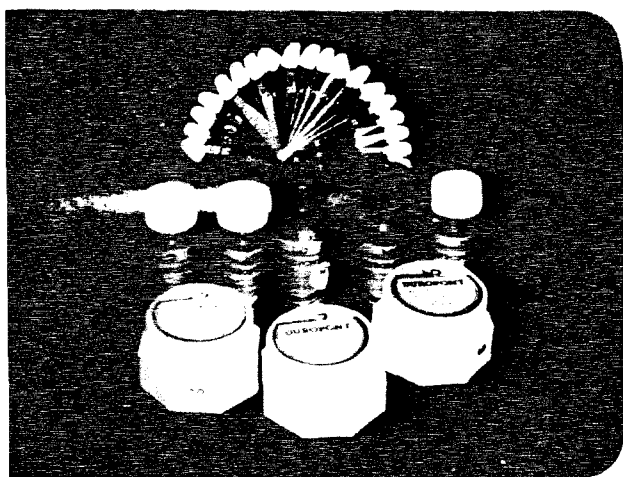


Resin : 13

Resin : 14



Resin : 15



Resin : 16

Porselen ve konvensiyonal akriliği malzemeler arasında daha geniş bir karşılaştırma yapma amacıyla kullandık.

Ceramco porselen (JOHNSON & JOHNSON)'in basınca dayanıklılığı 149 N/mm^2 , elastik modülü ise 69000 N/mm^2 'dir (6). Resim 8 ve 17.

Araştırmamızda kullandığımız konvensiyonal akriliklerin (BBF, TAKILON) ise basınca dayanıklılığı 76 N/mm^2 , elastik modülü ise 3800 N/mm^2 'dir (6,37). Resim 9.

Fotoelastik materyal olarak, çift kırıcılık özelliği olan Araldite D ve sertleştiricisi HY 951'i (CIBA-GEIGY) kullandık (Resim 18). Bir epoksi rezin olan Araldite D'nin;

Basınca dayanıklılığı	$9-10 \text{ kg/mm}^2$
Elastik modülü	$300-350 \text{ kg/mm}^2$
Marten sıcaklığı	$50-60^\circ\text{C}$ 'dir.

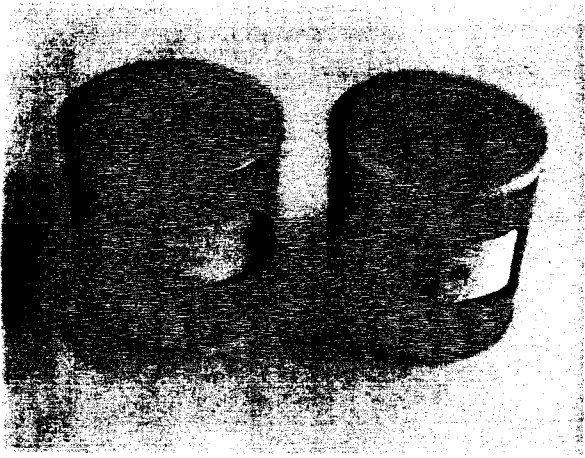
Karıştırma oranı, 100gr epoksi rezine 9-10gr sertleştirici katılarak belirlenir. Çalışma süresi 25°C 'de 1-1.5 saat-
tir. Polimerizasyon ısısı $20-60^\circ\text{C}$ 'dir. Minimum 25°C 'de 24 sa-
atte polimerizasyon sağlanır.

Işınla polimerizasyon için, halojen ışın veren e.g. Col-
tolux'ü (COLTENE) kullandık. Resim 19.

Polimerizasyon süresi malzemenin kalınlığına ve rengine bağlı olarak değişmektedir.

Brilliant Dentin uygulamasında, kompozit materyal kavi-
teye yerleştirilmeden önce bir agar alkol olan Coltene Lab-Se-
parator ile izole edilmiştir. Resim 20.

İlk polimerizasyon e.g. Coltolux ile gerçekleştirildik-
ten sonra dolgu materyalinin daha dayanıklı ve sert bir yapı



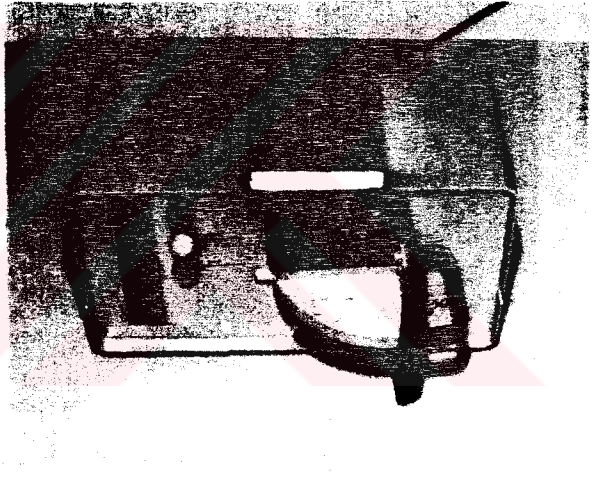
Rezim : 12



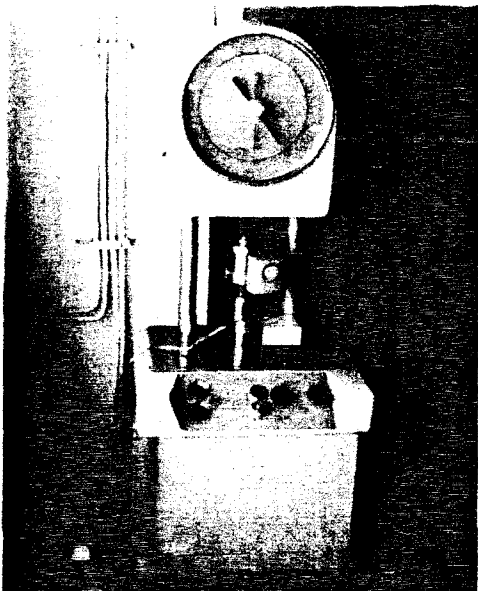
Rezim : 13



Rezim : 14



Rezim : 15



Rezim : 16



Rezim : 17

kazanması için dolgu kaviteden uzaklaştırılarak ısı-ışık polimerizasyonu yapan özel bir fırına konur. Biz bu amaçla 110°C -de 5 dakikada 2. bir polimerizasyon sağlayan DI-500 (COLTENE) fırınına kullandık. Resim 21.

Basınç ve ısı ile polimerize olan kompozit malzemeler için ise, özel basınçlı fırın kullanarak, 10 dakikada, 120°C -de 6 bar basınç uyguladık.

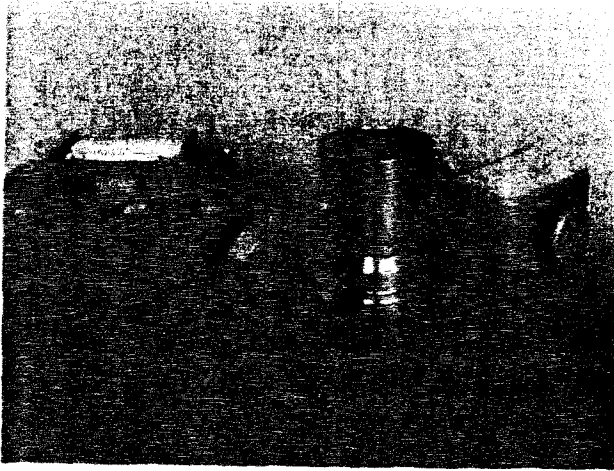
Modellere kuvvet uygulamak için eğme deney aletini (AVK BUDAPEST) kullandık. Resim 22.

Yükleme ve ısıtma işlemlerini bir arada yapmak için özel bir fırın geliştirdik. Resim 23.

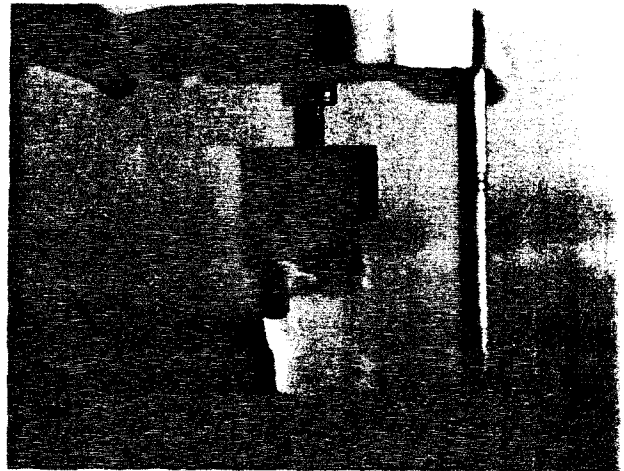
Yüklemeyi fırının kapağının merkezine yerleştirilen yüklem pistonunun ucuna tespit ettiğimiz özel uç vasıtasıyla gerçekleştirdik. Resim 24,25.

Üç boyutlu dış modellerinden kesit almak için bilgisayarlı freze makinası (EMCO-CNC) kullandık. Resim 26,27.

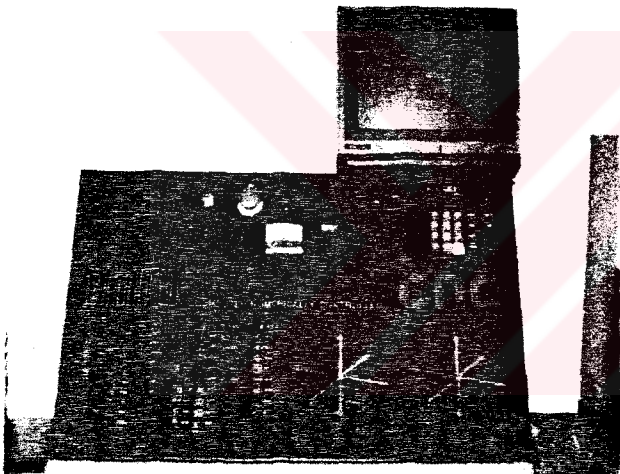
Aldığımız kesitlerdeki stres çizgilerini incelemek amacıyla dairesel polariskoptan (PHOTOLASTIC INC. 67 Lincoln Hwy. Malvern, Pa.) faydalandık. Resim 28. Polariskoplar fotoelastik analizlerde N saçak sayısını bulmamıza yarayan aletlerdir. Polariskoplar, düzlemsel veya dairesel olabilir. Dairesel polariskopta çeyrek dalga levhaları diye adlandırılan iki dalga levhası kullanılır. Bunlardan birincisinin görevi düzlem polarize ışığı, dairesel polarize ışık haline getirmektir. Buna karşılık, ikincisinin görevi dairesel polarize ışığı yeniden düzlem polarize ışık haline getirmektir. (20,32,43)



neim : 24



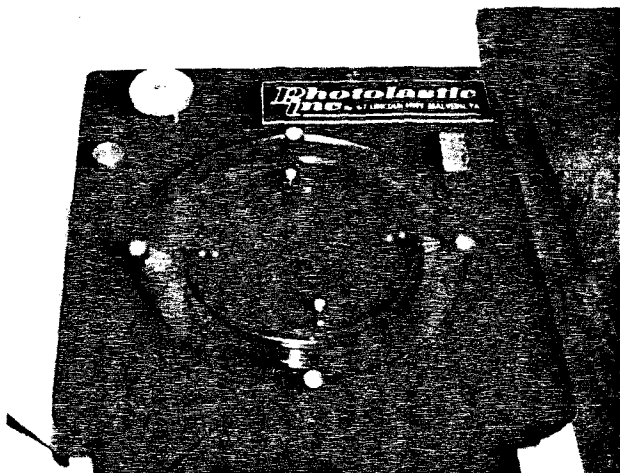
neim : 25



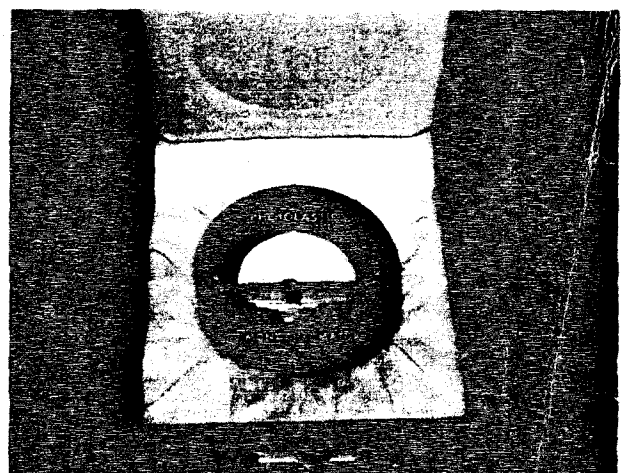
neim : 26



neim : 27



neim : 28



neim : 29

Polariskopta N saçak sayıllarını net bir şekilde sayabilmek için ise özel bir filtreden (Photolastic Monochromator) faydalandık (PHOTOLASTIC INC.). Resim 29.

METOD

Üç boyutlu fotoelastik stres analiz yöntemiyle incele-
necek üst 1. premolar diş modellerini doğal bir dişin üç katı
büyüklüğünde alçıdan elde ettik. Ve bu model üzerinde bir on-
lay preparasyonu yaptık. Daha sonra bu modelden termoplastik
ölçü materyali ile ölçü aldık. Aldığımız ölçülere, Araldite-D
ve sertleştiricisini belirtilen oranlarda karıştırarak döktük.
24 saat sonra Araldite modelleri ölçülerinden çıkarttık.
Araldite'in polimerizasyonu sırasında istenmeyen bazı iç stres-
ler oluşmaktadır. Bu oluşan iç stresler de, yükleme sonucu olu-
şan streslerle karışarak değerlendirmeyi olumsuz yönde etkile-
yecektir. Bunları gidermek için modelleri sekonder bağın yok
olduğu sıcaklık değerine kadar yavaş yavaş ısıttık ve tekrar
oda sıcaklığına gelene kadar yavaş yavaş soğuttuk. Böylece is-
tenmeyen stresler silinmiş oldu.

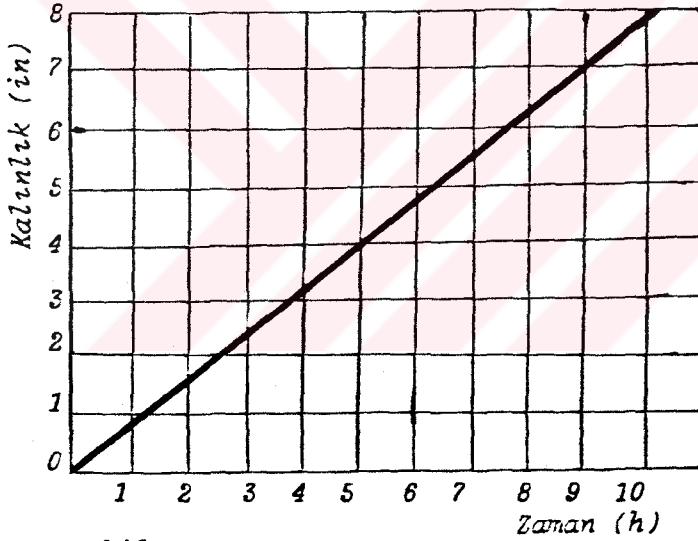
Hazırlanan Araldite diş modellerine, estetik dolgu ma-
teriyallerini, üretici firmaların direktifleri doğrultusunda
yerleştirdik. Modellerin büyük olması sebebiyle, ışınla poli-
merizasyon yaparken sürenin daha fazla tutulmasına ve kademe-
li olarak polimerizasyonun gerçekleştirilmesine dikkat ettik.

İndirekt uygulanan restorasyonları kaviteye, düşük viz-
koziteli ışın ve kendi kendine sertleşme özelliği olan Duo
Cement (COLTENE) ile yapıştırdık.

Dolgu materyalleri yerleştirilen modellere eğme deney
aletinde (AVK BUDAPEST) 20 kg.'lık dik kuvvetler uyguladık.

Üç boyutlu fotoelastik analiz yönteminde, model üzerinde özel şartlarda yükleme yapılarak, gerilim dondurma işlemi ile gerilimler kilitlenir. Bu nedenle belirli bir sıcaklık derecesine kadar model ısıtılmalı ve yükleme yapılmalıdır. Bu işlem model soğukken yükleme yapıp sonra ısıtılarak da gerçekleştirilebilir. Böylece malzemenin sekonder bağının yok olması sağlanır ve uygulanan kuvvet sonucu modeldeki stresler dondurulmuş olur.

Modelin kesit kalınlığına bağlı olarak, modeli ısıtma ve soğutma değerleri önemlidir. Şekil 14 ve 15'de ısıtma ve soğutma eğrileri verilmiştir.



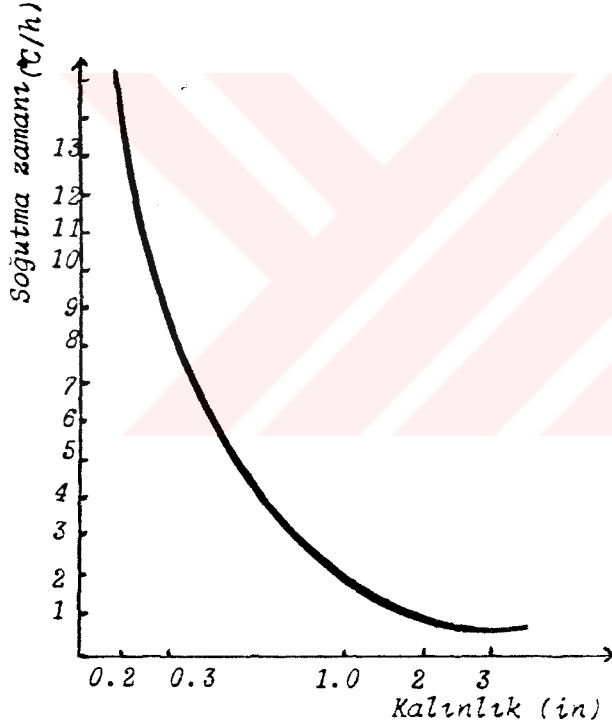
Şekil 14

Yukarıda belirtilen yükleme ve ısıtma işlemlerini, bu iş için geliştirmiş olduğumuz özel fırında yaptık. Böylece hiç ısı kaybı olmaksızın, istediğimiz noktalardan gereken süre boyunca devamlı ve eşit şiddette kuvvet uygulama imkanına sahip olduk. Fırının ısı 90°C'ye kadar istenilen sıcaklığa ayarlanabilmekte ve gerektiğinde sabit bir değerde tutulabilmektedir.

Üç boyutlu modellere kuvvet uygulanıp stresler dondurul-

duktan sonra, modelin iç yapısında oluşan gerilimleri inceleyebilmek için kesit almak gerekmektedir. Bu amaçla kullandığımız bilgisayarlı freze makinasını (EMCO-CNC) dakikada 300 devir yapacak şekilde programladık. (Bu makinanın en düşük deviridir.) Kesme hızı ise 50 mm/dak.'dır. Su altında çalışarak modellerden 3 mm'lik kesitler aldık.

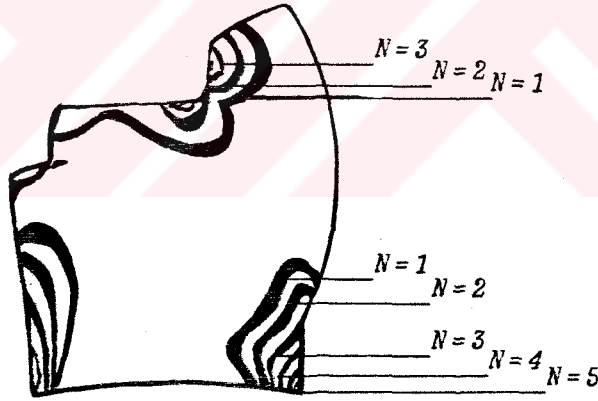
Bu kesitleri dairesel polariskopta (PHOTOLASTIC INC.) inceledik. Ve kesitlerin filtre ile ve filtresiz fotoğraflarını çektik.



Şekil 15

BULGULAR

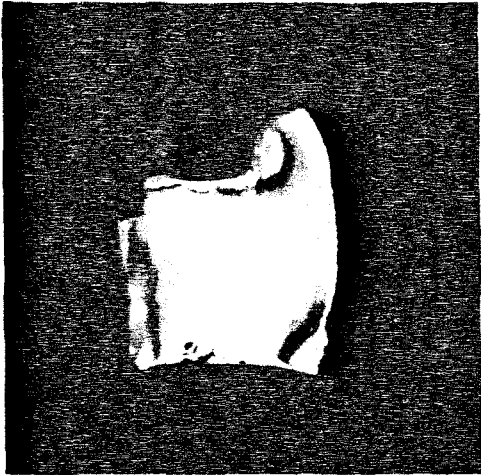
Çalışmamızda, üç boyutlu fotoelastik stres analiz yöntemi ile N saçak sayılarını sayarak (Şekil 16) değerlendirdiğimiz 9 farklı estetik materyaldeki bulgularımız şunlardır ;



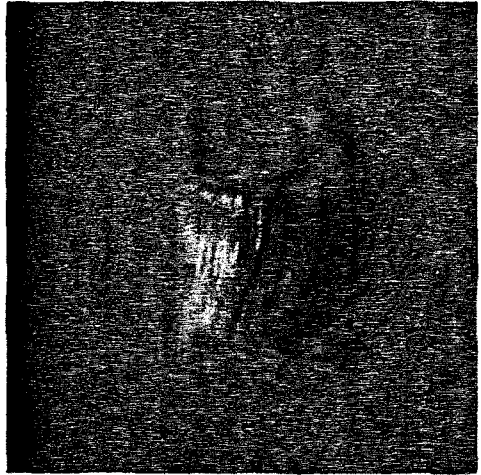
Şekil 16

1- Kendi kendine polimerize olan hibrid kompozit Brilliant'ta ;

Uygulanan kuvvet sonucu kavite kenarlarında, bunun yanı sıra palatinalde onlay preparasyonun basamağından başlamak üzere köke doğru ve yine vestibül tarafta kök yönünde dikkati çeken gerilme bölgeleri izlenmektedir.



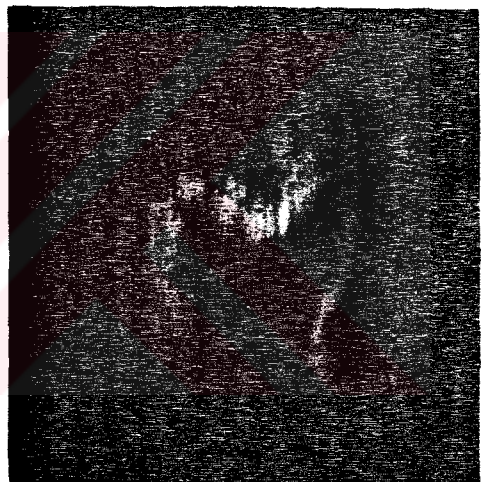
nestin : 30a



nestin : 30b



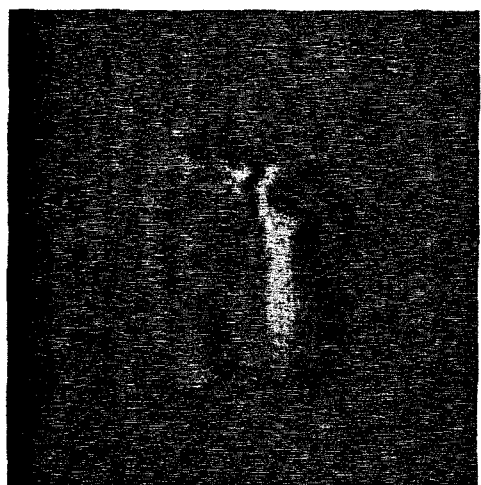
nestin : 31a



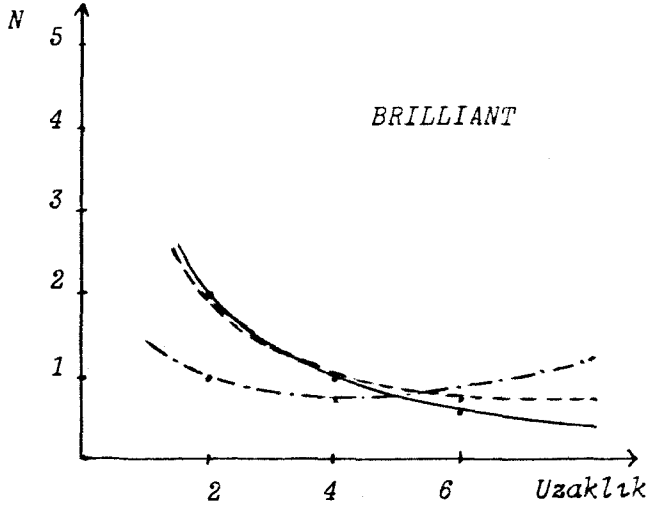
nestin : 31b



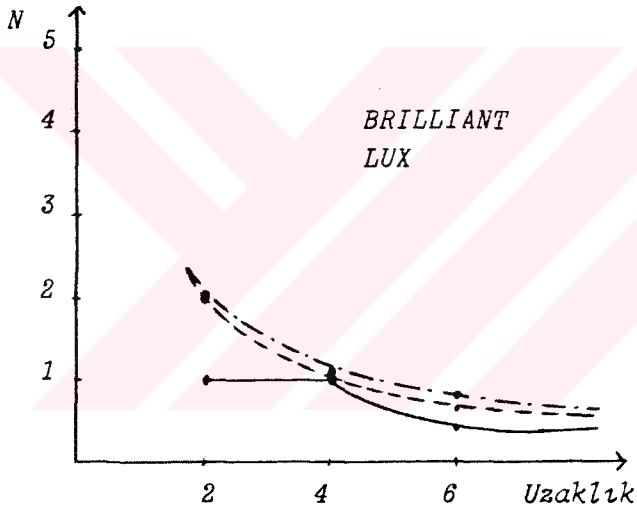
nestin : 32a



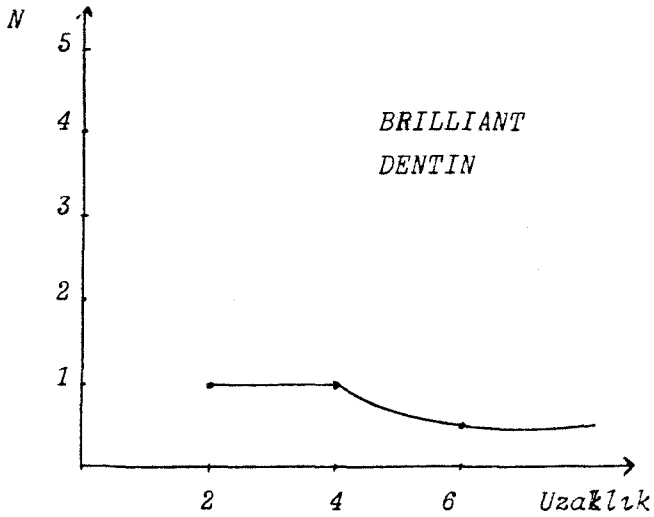
nestin : 32b



Şekil 17



Şekil 18



Şekil 19

(—): Kavite Kenarı
(---): Vestibül Kole,
(- - -): Palatinal Kole
Bölgeleri

Bu bölgelerde kuvvet çizgileri, kaviteye en yakın olan kısımlarda $N=2$, kaviteden uzaklaştıkça $N=1$ değerine düşmektedir. Aynı değerlendirme kole bölgesi için de geçerlidir. Kole seviyesinde ve kavite kenarları boyunca oluşan stres çizgilerine dışın iç kısımlarında rastlanmamıştır. Resim 30a,b, Şekil 17.

2- Işınla polimerize olan hibrid kompozit Brilliant Lux'de ;

Kuvvet uygulanması neticesi, dolguda ve kavite tabanı ile aksiyal duvar birleşiminde çatlama olmuştur. Bu zorlama sonucunda da çatlağın olduğu bölgede stres çizgileri yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte vestibül ve palatinalde kök istikametinde iç kısımda $N=1$, kenara doğru ise $N=2$ değerinde gerilim çizgileri oluşmuştur. Resim 31a,b, Şekil 18.

3- Ekstra oral olarak 2. bir ısı ve ışık ile polimerizasyona tabi tutulan hibrid kompozit Brilliant Dentin'de ;

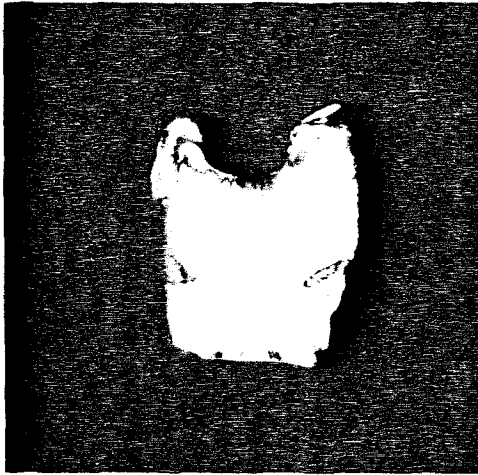
Dışın iç bölgelerinde ve koleye doğru stres çizgileri oluşmamıştır. Daha az olarak kavite kenarlarında, daha fazla olarak da preparasyonun palatinal basamağı çevresinde zorlanma alanları görülmektedir. Bu bölgelerde saçak sayısı $N=1$ değerini vermektedir.

Alınan kesitin orta kısmında görülen siyah çizgilenmeler ise, $N=0$ yani gerilimin olmadığı anlamını ifade etmektedir. Resim 32a,b, Şekil 19.

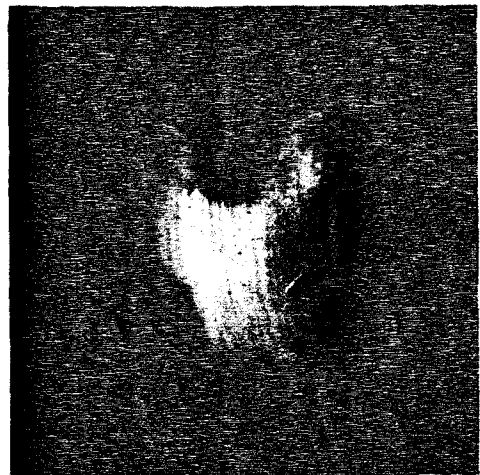
4- Görülebilir ışın ile sertleşen homojen mikrofil kompozit Durafill'de ;

Gerilim çizgileri kavite kenarlarında oluşmuştur. Saçak sayısı $N=1$ değerindedir.

Dışın iç bölgelerinde ve kök yönünde gerilim oluşmamıştır. Resim 33a,b, Şekil 20.



desin : 33a



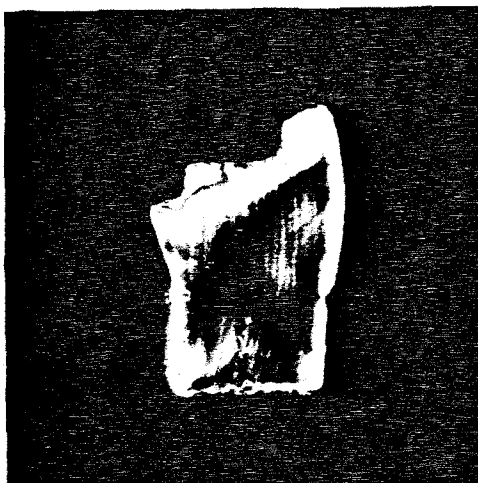
desin : 33b



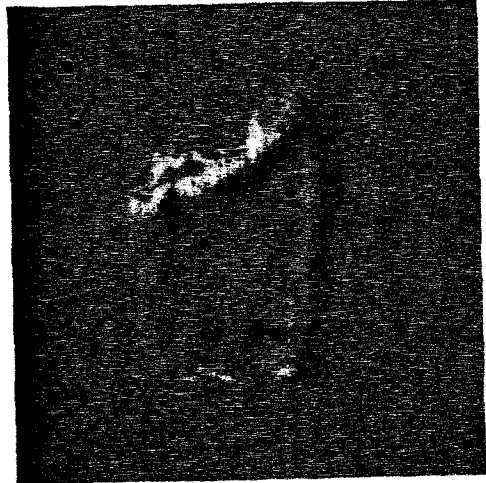
desin : 34a



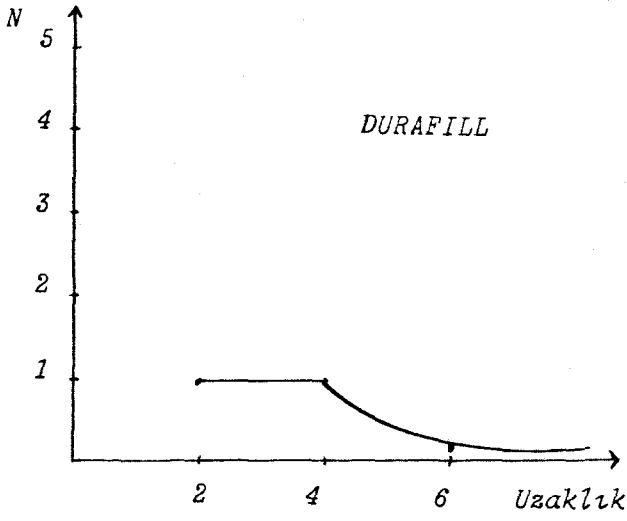
desin : 34b



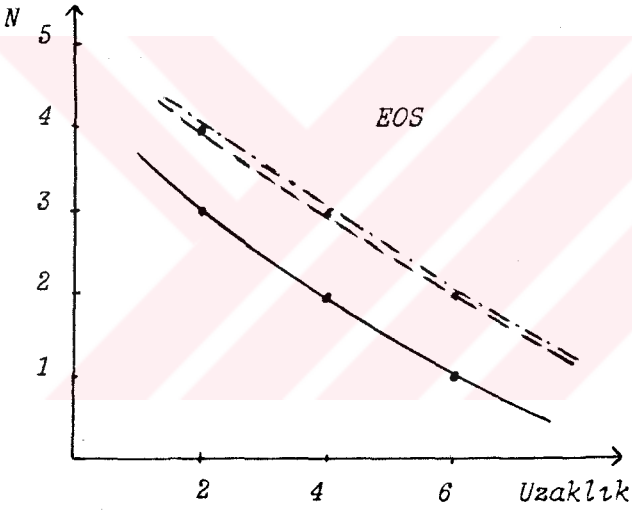
desin : 35a



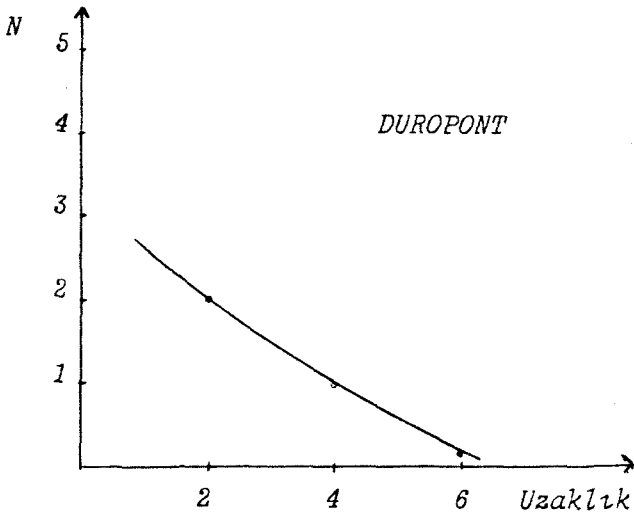
desin : 35b



Şekil 20



Şekil 21



Şekil 22

5- EOS adlı materyalde ;

Kuvvet çizgilerinin yoğunlaştığı bölgeler kavite kenarları ve dişin kolesidir. Kuvvet çizgileri kavite kenarlarında incelmış ve sık olup bu bölgede $N=3$ 'dür.

Dişin iç bölgelerinde çizgiler kalınlaşırken, köke doğru indikçe kole bölgesinde yine incelmiş ve sıklaştığı saptanmıştır. Bu bölgede ise, saçak sayısının $N=4$ değerine ulaştığı görülmüştür. Resim 34a,b, Şekil 21.

6- Isı ve basınç ile polimerizasyonun gerçekleştirildiği Duropont'ta ;

Kuvvet çizgileri, sadece kavite tabanında ve basamak etrafında görülmektedir.

Basamak çevresinde saçak sayısı $N=2$ 'dir ve bunun dışın-da kök yönünde ve dişin iç kısımlarında kuvvet çizgilerine rastlanmamıştır. Resim 35a,b Şekil 22.

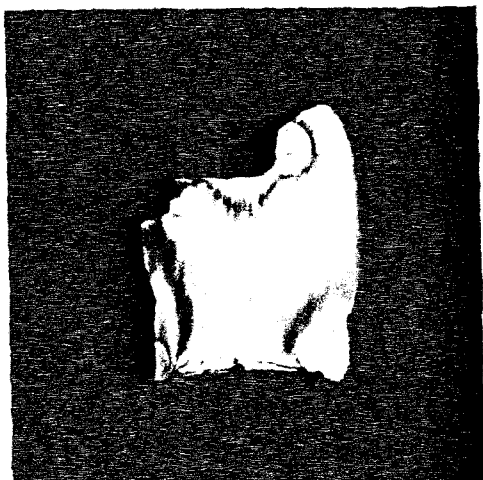
7- Isı ve basınçla polimerize olan bir diğer materyal SR-Isosit N'de ;

Kavite tabanında kenarlarda saçak sayısı $N=2$ iken, kavite duvarlarında $N=3$ olmuştur. Kök yönünde kole bölgesinde ise $N=5$ 'e varan değerlere ulaşmıştır. Özellikle vestibül tarafta stres çizgileri giderek incelmekte ve sıklaşmaktadır. Resim 36a,b, Şekil 23.

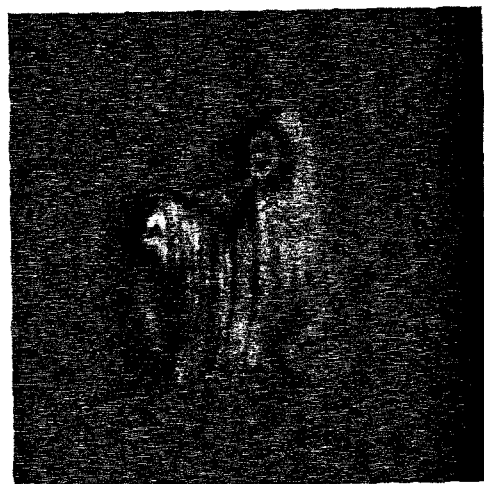
8- Kompozit malzemelere göre çok daha sert yapıda olan Ceramco porselen'de ;

Kavite tabanında ve restorasyonda çatlamlar görülmüştür.

Kuvvet çizgileri sadece kavite tabanı çevresinde yer almıştır. Onun dışında dişin hiçbir bölgesinde stres yoğunluğu söz konusu değildir. Kavite tabanında,kenarda saçak sayısı $N=2$ iken içeri doğru gidildikçe $N=1$ değerine düşmüştür. Resim 37a,b Şekil 24.



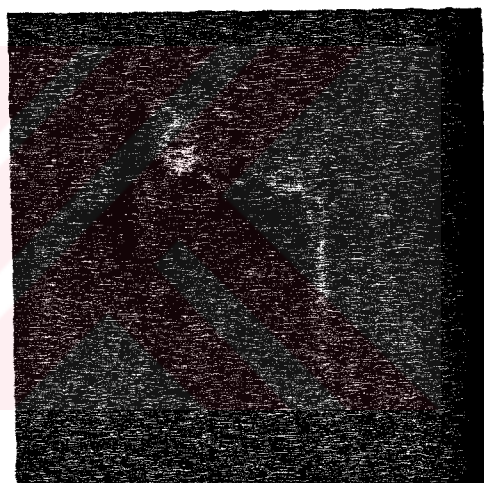
Resin : 36a



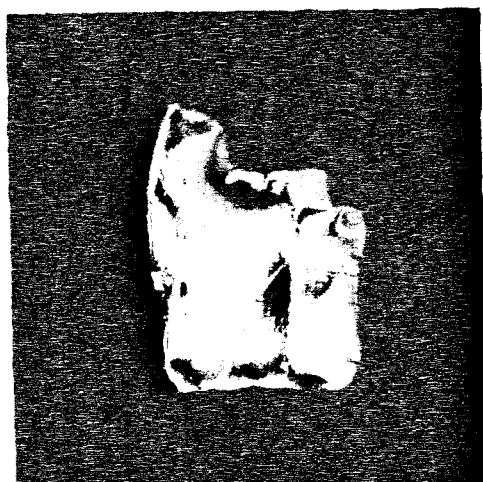
Resin : 36b



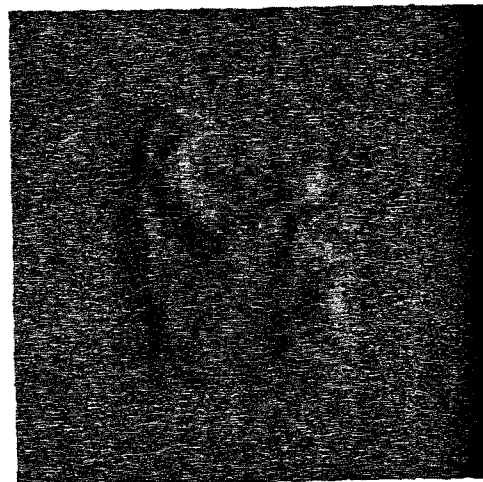
Resin : 37a



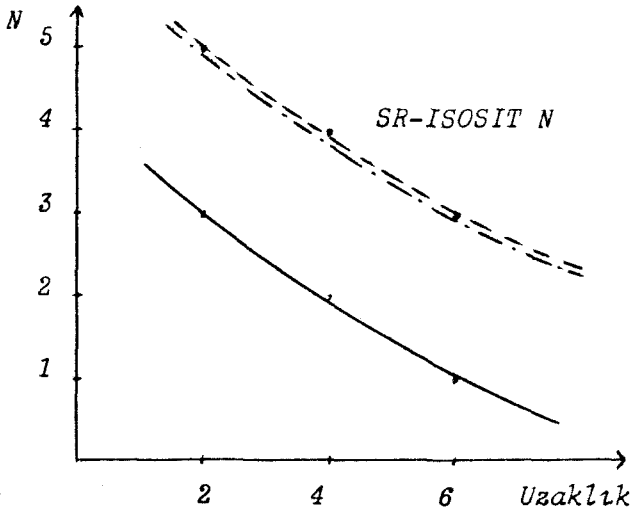
Resin : 37b



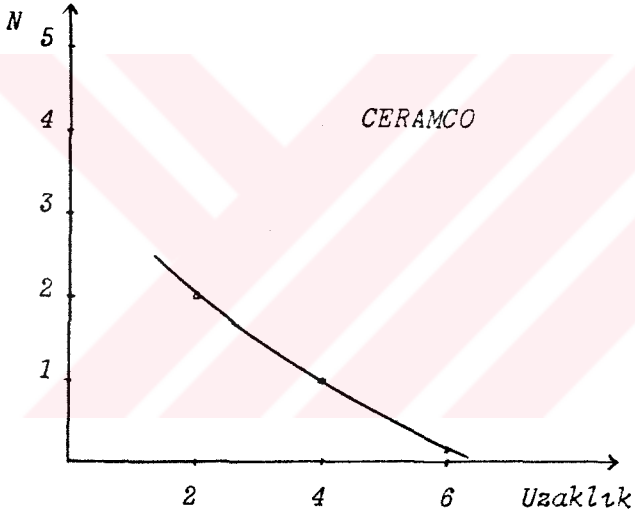
Resin : 38a



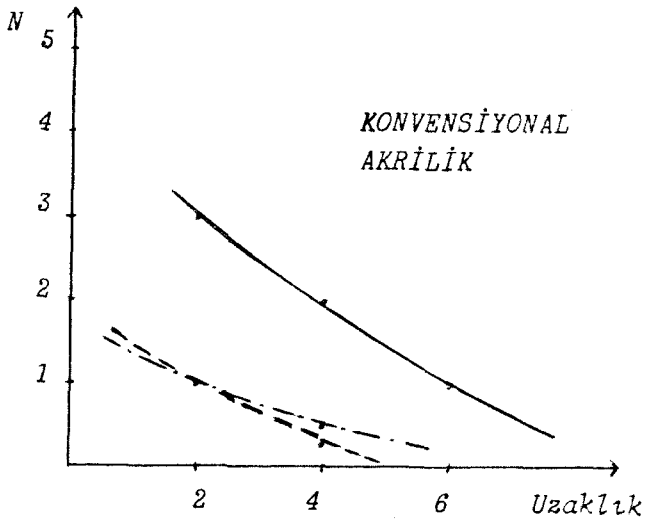
Resin : 38b



Şekil 23



Şekil 24



Şekil 25

9- Konvensiyonal Akrilik'te ;

Kavite tabanında yoğunlaşan stres çizgileri, basamak seviyesinde biraz daha sıklaşmıştır. Basamak kenarında saçak sayısı $N=3$ iken, kavite tabanında $N=2$ değerine düşmüştür. Kavite kenarlarından içeri doğru uzaklaştıkça bu değerler daha da azalmaktadır.

Vestibül ve lingualde kuvvet çizgilerinin okluzal bölgeden koleye doğru aktığı gözlenmektedir. Resim 38a,b, Şekil 25.



TARTIŞMA

Literatür incelemesi sonucunda, araştırmacıların değişik kuvvet analiz metodlarıyla, farklı malzemeler ve farklı kavite dizaynları üzerinde çalışmalar yaptığını tespit ettik. (7,8,9,10,13,14,33,36,45,46,48)

Kuvvet analiz yöntemlerinden, üç boyutlu fotoelastik stres analiz yöntemini tercih etmemizin sebebi, üç boyutlu diş modelleri üzerinde kuvvet dağılımlarının daha iyi olarak incelenebilmesi nedeniyledir. (6,9,35,43,45,46)

Fotoelastik stres analiz çalışmalarında araştırmacılar, farklı büyüklükteki modeller üzerinde çalışmışlardır. (6,7,8,9,10,14,33,36,45,46)

Biz de modellerimizi doğal bir dişin üç katı büyüklüğünde hazırladık.

İlk stres analiz çalışmaları, en uygun kavite dizaynının araştırılması şeklinde olmuştur. (7,9,14,33)

1958' de Guard ve arkadaşları, 1965' de Granoth, yaptıkları çalışmalar sonucunda en uygun kavite dizaynının, kavite

tabanı ile aksiyal duvar birleşiminin yuvarlatılması şeklinde olduğunu rapor etmişlerdir. (9)

Craig ve arkadaşları (7) (1967), iki boyutlu fotoelastik stres analiz yöntemiyle inceledikleri Class II amalgam restorasyonlarda, restorasyonun genişlemesiyle gerilim streslerinde artma, kavite duvarlarının okluzal yüze doğru genişletilmesi ve kavite tabanının yuvarlatılması sonucu ise, gerilim streslerinde azalma olacağı sonucuna varmışlardır.

Yine 1969' da El-Ebrashi ve arkadaşları, champher ve yuvarlatılmış tipteki preparasyonların vertikal kuvvet uygulandığında daha az strese sebep olduğunu bulmuşlardır. (9)

Estetik materyallerin kullanıldığı inlay-onlay çalışmalarında da preparasyon sırasında kavite tabanı ile aksiyal duvarların birleşim yerinin yuvarlatılması gerektiği araştırmacılarca belirtilmektedir. (2,5,7,16,22,23)

David (11) (1986), estetik restorasyonlarda kutu şeklinde preparasyon uygulanmasının çiğneme basıncına direnç göstermeye yardımcı olacağını belirtmektedir.

Literatürde de görüldüğü gibi kavite dizaynı ile ilgili çalışmalarda, kavite tabanının yuvarlatılmasıyla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Yine araştırmacılarca, okluzal tüberkülleri içine alan onlay restorasyonların, inlay restorasyonlardan daha iyi stres konsantrasyonlarını dağıttığı bildirilmektedir. (9,14,39)

Araştırmalarımızda, biz de tüm bu belirtilen prensipleri göz önüne alarak ve geniş yüzeyli onlay çalışmalarını yaparak, bu görüşler doğrultusunda sonuçlar elde ettik.

Yapılan iki boyutlu ve üç boyutlu analizlerde, modellere uygulanan kuvvetlerde farklılıklar mevcuttur. (6,7,8,9, 10,12,13,14,33,36,45,46,48)

Yaptığımız çalışmada, Craig ve Farah'ın kullandığı değerlere yakın bir değer olan, 20 kg.'lık kuvvet uygulamayı yerinde bulduk. Bu değeri seçmemizin bir nedeni de, fizyolojik sınırlar içinde doğal dişlere gelen kuvvetlerle aynı olmasıdır.

Craig ve arkadaşları (8) (1967), yaptıkları çalışmalarda, santral fossadan diş aksına dik ve tüberkül tepesiyle 39° 'lik açı yapacak şekilde kuvvet uygulamışlardır.

Fisher ve arkadaşları (14) (1975) ise, santral fossadan iki eğimli yüzeye, ayrıca alt ve üst dişler arasında sentrik okluzal ilişkiyi temsil edecek şekilde üç noktadan kuvvet uygulamışlardır.

Fisher ve arkadaşlarının araştırmalarında olduğu gibi, diş aksına dik ve dişe üç noktadan temas edecek şekilde kuvvet uygulamamızın amacı, doğal dişlerde sentrik okluzyon durumunda dişlerin karşıtı ile üç noktadan temas etmiş olmasıdır. (14,44)

Biz de araştırmamızda, diş aksına dik ve dişe üç noktadan temas edecek şekilde kuvvet uygulayarak doğal dişlerde oluşan kuvvetlere benzer kuvvetler kullanmış olduk ve sonuçta da gerçeğe daha yakın değerler elde ettik.

Craig ve arkadaşları (8), Fisher ve arkadaşları (14), Craig ve Farah (9) kullanılan materyallerin farklı elastik modülü olduğunu, yapılan analizlerde bunun göz önünde tutulması gerektiğini bildirmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada biz de, diş modellerini dentinin elastik modülüne yakın malzeme seçerek yaptık. Sonuçta elde ettiğimiz değerler, araştırmacıların elde ettiği değerlerle paralellik arz etmektedir. (8,9,14)

Literatür araştırmalarımızda, üç boyutlu fotoelastik stres analiz yöntemini kullanarak estetik materyallerle yapılmış bir çalışmaya rastlamadık. Bu nedenle de araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçları, benzer çalışmalarla karşılaştırma imkanına sahip olamadık.

Kullandığımız dolgu materyallerinin, basınca dayanıklılığı, elastik modülü, inorganik yapısı, bu yapının cinsi, partikül büyüklüğü, polimerizasyonun ne şekilde gerçekleştiği, dolgu materyalinin kaviteye direkt veya indirekt uygulanması, indirekt uygulananları yapıştırdığımız siman gibi faktörler sonuçları değerlendirirken etkili olmuştur.

Basınca dayanıklılığı düşük olan Brilliant Lux (53N/mm^2) Porselen (149N/mm^2) ve konvensiyonal akrilik (76N/mm^2) kullandığımız diş modellerinde, dolgu materyalinde ve dişte çatlamalara rastladık.

Araştırmacıların fikir birliği içinde olduğu bir diğer konu da, kompozitlerin içindeki inorganik mikrofil yapının büyüklüğü ve miktarının, sertliği etkileyen önemli bir faktör olduğudur. (6,28,31,37)

Ayrıca elastik modülü yüksek malzemeler daha sert olarak değerlendirilir. Biz de yaptığımız çalışmada elastik modülü yüksek malzemelerde, stres konsantrasyonlarının belli bölgelerde etkili bir şekilde yoğunlaşmış olduğunu bulduk. (21,27)

Kastenbauer (26) 1986' da, pasta-pasta şeklindeki kompozit malzemeler ile çalışırken, karıştırılması esnasında oluşan hava kabarcıklarının dolgu maddesinin renk değiştirmesine ve kısa bir süre sonra çatlakların oluşmasına sebep olduğunu belirtmiştir. Bu istenmeyen neticelerin ise, halojen ışın ile sertleşen dolgu materyallerinin piyasaya çıkması ve kademe olarak çalışma imkanının olması sebebiyle, en aza indirilebildiği aynı araştırmacı tarafından ifade edilmektedir.

Franz, Baume ve Holz (15) 1986' da, ışınla ve kendi kendine polimerize olan kompozitleri aşınmaya dayanıklılık, şekil stabilitesi ve renk uyumu bakımından karşılaştırmışlardır. Ve ışınla polimerize olan kompozitlerin, araştırılan özellikler bakımından üstünlük sağladığını bulmuşlardır.

Yaptığımız araştırmada, kendi kendine (kimyasal olarak) polimerize olan Brilliant' ta stres çizgileri kavite kenarlarında ve kole bölgesinde dar bir alana lokalize olmadan diş içinde yaygın olarak dağılmıştır. Bu sonuç, kuvvetlerin dişe iletilmesi bakımından iyidir. Fakat, materyal fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından tercih edilmemektedir.

Aynı sonuç, sertlik değeri düşük malzemelerden, konvansiyonel akrilik için de geçerlidir. Basınca dayanıklılığının çok az olması sebebiyle kolaylıkla kırılabilmesinin yanında, bugün artık ileri teknolojiyle üretilen estetik malzemelerin geliştirilmiş olması, bu tip malzemelerin terk edilmesine sebep olmuştur.

Araştırmamızda kullandığımız ışınla sertleşen Brilliant Lux' ün basınca dayanıklılığının az olması, dolgu materyalinin ve kavite köşesinin çatlamasına sebep olmuştur. Brilliant Lux' ün basınca dayanıklılığının az olması bir dezavantajdır.

Yine ışınla sertleşen Durafill' de, dışın iç kısımlarında ve kök bölgesinde gerilim çizgilerinin oluşmamış olması dikkat çekicidir ve iyi bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

David (11) 1986' da, Geurtsen ve arkadaşları (19) 1988' de, ısı ve basınçla polimerizasyon sağlanan kompozit materyallerde porozitenin ortadan kaldırıldığını, homojen ve pürüzsüz bir yüzey elde edildiğini ve rest monomer miktarının çok az olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmamızda ısı ve basınçla sertleşen, Duropont ve SR-Isosit N materyallerini kullandık. Fiziksel ve kimyasal yapı bakımından üstün özelliklere sahip olan bu iki malzemeden biri olan Duropont' ta stres yoğunluğu kavite kenarlarında ve özellikle basamak çevresinde etkili bir şekilde artmıştır. SR-Isosit N' de ise zorlama bölgeleri, kavite kenarları ve kole çevresinde olmuştur.

Duropont' ta elde ettiğimiz bulgular, Porselen ve Brilliant Dentin sonuçlarıyla benzeşmektedir. Bu da Duropont'- un sert bir malzeme olduğunu ortaya koymaktadır.

SR-Isosit N' de ise, EOS' ta görülen stres çizgilerine benzer değerler bulduk.

SR-Isosit N' in ısı ve basınçla sertleşmesine karşılık, EOS indirekt uygulanan ışınla sertleşen bir malzemedir ve SR-Isosit N gibi inlay-onlay çalışmaları için özel olarak üretilmiştir.

Stres çizgilerinin kavite kenarlarında ve kole çevresinde görülmesi, yapılan döküm ve amalgam inlay-onlay çalış-

malariyla benzer bulgulardır. (13,14)

Fisher ve arkadaşları (14) ile Doğan (13)'ın yaptıkları araştırmalar kole bölgesinde oluşan streslerle ilgili olarak bizim bulgularımıza uygunluk göstermektedir.

Bu malzemelerde, stres dağılımının belli bir bölgede lokalize olmayıp, yaygın bir şekilde olmasını fizyolojik sınırlar içinde dişin sağlığı açısından olumlu bir sonuç olarak değerlendirebiliriz.

Biederman (2) 1989' da Went' in ısı ve ışıkla ikinci bir polimerizasyon uygulaması neticesi sertlik ve aşınmaya dirençte artış olduğunu belirttiğini ifade etmektedir.

Işınla polimerizasyondan sonra, ekstraoral olarak özel fırında ısı ve ışın veren ikinci bir polimerizasyona tabi tutularak polimerize olan Brilliant Dentin malzemesini araştırmamızda biz de kullandık. Bulduğumuz sonuçlar aynı doğrultudadır.

Brilliant Dentin'de stres çizgileri yukarıda da belirttiğimiz gibi Porselene yakın çıkmıştır. Ve yine porselende olduğu gibi, kole çevresinde ve kök yönünde stres yoğunluğu gözlenmemiş, kavite kenarlarında özellikle basamak çevresinde yoğunluğun arttığı izlenmiştir. Brilliant Dentin'in dişte daha az stres oluşturması bu materyal için olumlu bir sonuçtur.

Zhou, Hu ve Wang (48) da 1989' da yaptıkları araştırmada, diğer araştırmacılarla aynı doğrultuda maksimal streslerin kavitenin çizgi köşelerinde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Fisher ve arkadaşları (14) (1975) siman kaide konmamış inlay-onlay preparasyonlarda stres konsantrasyonunun yüksek olduğunu bulmuşlardır.

1976' da Farah ve arkadaşları (9) ise, kompozit restorasyonlarda siman kaidenin etkilerini incelemişler ve streslere karşı destekleyici nitelikte olduğunu bulmuşlardır.

En ideal durumun ise, kompozit materyalin elastik modülünün siman kaidenin elastik modülüne eşit olmasıyla sağlanabileceği görüşüdür. (9,14)

Günümüzde indirekt inlay-onlay çalışmalarında, simantasyon için hem kimyasal yolla (kendi kendine), hem de ışın ile polimerize olan simanlar (dual-cure resin cement) tercih edilmektedir. (4)

Biz de araştırmamızda, simantasyon için kompozit esaslı Duo-Cement' i kullandık. Bu malzemenin elastik modülünün kompozitinkine yakın olması ve ışınla ulaşılamayan sahalarda kimyasal yolla polimerizasyonun gerçekleşmesi, yaptığımız çalışmayı olumlu yönde etkilemiştir.

SONUÇ

Inlay-onlay restorasyonlarda kullanılan farklı yapı ve özelliklerdeki estetik materyallerin oklüzal kuvvetler sonucu dişe ilettiği gerilimleri, üç boyutlu fotoelastik kuvvet analizi yöntemiyle inceledik. Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlar şöyledir :

1 - Dişe oklüzalden dik kuvvetler uygulandığında, en yüksek gerilim değerlerinin kavite kenarlarında ve dişin kökü yönünde olduğu saptanmıştır. Bu tip restorasyonlarda kavite kenarlarında ve köşelerinde çatlamların olabileceği göz önünde tutulması gereken bir konudur. Nitekim, yaptığımız çalışmada basınca dayanıklılığı az olan malzemelerde kavite köşelerinde çatlamlar olmuştur.

2 - Sertlik değeri yüksek olan malzemelerde stres çizgilerinin yoğun olarak sadece kavite kenarlarında ve özellikle lingual basamak çevresinde lokalize olduğunu tespit ettik. Dişin iç bölgelerinde ise, stres çizgilerinin oluşmadığı dik kati çekmiştir.

Bu sert malzemeler ışın, ışın+ısı ve ısı+basınç ile polimerize olan kompozitlerle porselendir.

Bunun yanı sıra, yine sertlik değeri yüksek malzemelerde kök yönünde stres çizgilerinin oluşmadığı, bulgularımızla saptanmıştır.

3 - Dişe intikal eden kuvvetlerin belirli noktalarda fazlalaştığı sonucunu veren dolgu materyallerinin elastik modüllerinin birbirine yakın olduğunu tespit ettik. Bu materyallerden Brilliant, EOS ve SR-Isosit N' de kavite kenarlarında ve kök yönünde stres yoğunlaşmaları, geniş bir alana yayılmış şekilde gözlenmiştir. Brilliant'ta dişin iç kısımlarında bu yoğunluğun devam etmediği, EOS ve SR-Isosit N'de ise iç bölgelerde de stres yoğunluğunun gözlendiği dikkati çekmiştir.

Konvensiyonal akrilikte de aynı tip stres konsantrasyonlarının gözlenmesi, malzemenin fiziksel ve kimyasal yapısı itibariyle doğal karşılanabilir.

Çiğneme kuvvetleri sonucu estetik materyaller vasıtasıyla dişe iletilen streslerin değerlendirilmesi, yapılan restorasyonun ve canlı dokuların sağlığı açısından faydalı olacaktır.

ÖZET

Araştırmamızda, inlay-onlay çalışmalarında uygulanabilecek 7 değişik kompozit materyaliyle birlikte konvensiyonal akrilik ve porselen kullanılmıştır.

Bugüne dek inlay-onlay restorasyonlar üzerine yapılan değişik kuvvet analiz çalışmalarında, döküm ve amalgam malzemeler üzerinde durulmuştur.

Estetik malzemelerin daha da önem kazandığı günümüzde, bu malzemeleri kullanarak, geometrik olmayan cisimlerin iç bölgelerinde oluşan stres dağılımlarının rahatlıkla incelenebildiği bir yöntem olan üç boyutlu kuvvet analiz metoduyla çalışmalarımızı gerçekleştirdik.

Bir epoksi rezin olan Araldite-D ile hazırladığımız modellerimize, özel şartlar altında 20 kg.'lık kuvvetler uyguladık. Gerilimlerin dondurulması özelliği ile karakterize olan bu yöntemle, daha sonra modellerden 3mm.'lik kesitler alarak dairesel polariskopta stres çizgilerini inceledik.

Çalışmalarımız, sert kompozit malzemeler ile porselenin

kuvvetleri kavite kenarları boyunca diŒe daha yoğun bir Œekilde ilettiği sonucunu ortaya koymuŒtur. Kullandığımız diğer malzemelerde ise iletilen kuvvetler belli bölgelerde yoęunlaŒmayıp, diŒin kordonu içinde yayılmıŒtır.

Yapılan restorasyonlarda, estetiğin yanı sıra fizyo-patolojik faktrlerin de gz önünde bulundurularak materyal seimi yoluna gidilmesi grŒnde yiz.



SUMMARY

In our research, we have used the conventional acrylic and porcelain together with the 7 different composite materials that can be used in the inlay-onlay applications.

In the various stress analyses of inlay-onlay restorations made up to now cast and amalgam materials were taken into consideration.

In our day, when the esthetical materials have gained importance, we have realised our studies with 3-Dimensional stress analysis which is a method that facilitates the study of stress diffusion in the inner areas of non-geometrical bodies where these materials are used.

We have also applied forces of 20 kg. under special conditions to the models we have prepared with Araldite-D which is an epoxy resin. Later we have analyzed the isochromatic fringes under circular polariscope by taking 3mm. cross-sections from the models with this method which is characterized by frozen stress.

Our studies have shown that hard composite materials and porcelain conveys the forces on the teeth in a more concentrated form along the sides of the cavity. In the other materials we have used however, the forces conveyed are not concentrated on certain areas, on the contrary they are diffused within the crown of the teeth.

We have arrived at the conclusion that, in the restorations made, physio-pathological factors too should be taken into consideration as well as the esthetics in choosing the materials to be used.



LİTERATÜR

- 1- BAYIRLI, G., ŞİRİN, Ş.: Konservatif Diş Tedavisi. Dünya Tıp Kitabevi İstanbul, 1982.
- 2- BIEDERMANN, J.D.: Direct Composite Resin Inlay. J. Prosthet. Dent., 62: 249-253, 1989.
- 3- CANIKLIOĞLU, M.B.: Dişhekimliğinde Kullanılan Plastikler. İ.Ü. Dişhekimliği Fakültesi Maddeler Bilgisi Kürsüsü, (Baskıda).
- 4- CAVEL, W.T., KELSEY, W.P., BARKMEIER, W.W., BLANKENAU, R.J.: A Pilot Study of the Clinical Evaluation of Castable Ceramic Inlays and a Dual-cure Resin Cement. Quint. Int., 19: 257-262, 1988.
- 5- CHRISTENSEN, G.J.: Tooth-Colored Inlays and Onlays. J.A.D.A., 12-17, 1988.
- 6- CRAIG, R.G.; Restorative Dental Materials. 7th Ed., The C.V. Mosby Company, St. Louis, Toronto, Princeto, 1985.
- 7- CRAIG, R.G., EL-EBRASHI, M.K., LE PEAK, P.J. and PEYTON, F.A.: Experimental Stress Analysis of Dental Restorations. Part I. Two-Dimensional Photoelastic Stress Analysis of Inlays. J. Prosthet. Dent., 17: 277-291, 1967.

- 8- CRAIG, R.G., EL-EBRASHI, M.K. and PEYTON, F.A.: Experimental Stress Analysis of Dental Restorations. Part II. Two-Dimensional Photoelastic Stress Analysis of Crowns. J. Prosthet. Dent., 17: 292-302, 1967.
- 9- CRAIG, R.G., FARAH, J.W.: Stress Analysis and Design of Single Restorations and Fixed Bridges. Oral Services Review, 10: 45-74, 1977.
- 10- ÇUHADAROĞLU, M.İ.: Kuron-Köprü Protezi. 3. Baskı, Sermet Matbaası Kırklareli, 1983.
- 11- DAVID, F.J.: " SR-Isosit İnlav/Onlav Tekniği " ile Yapılan Diş Renginde İnlav Dolgular. TD Quintessenz, 1: 1066-1072, 1986.
- 12- DE GROOT, R., PETERS, M.C.R.B., DE HAAN, Y.M., DOP, G.J. and PLASSCHAERT, A.J.M.: Failure Stress Criteria for Composite Resin. J. Dent. Res., 66: 1748-1752, 1987.
- 13- DOĞAN, O.M.: İnlav Kavite ve Tutucuların Köprü Protezlerinde Mekanik ve Biyolojik Yeterlilikleri. Doktora Tezi, A.Ü. Dişhek. Fakültesi, 1983.
- 14- FISHER, D.W., CAPUTO, A.A., SHILLINGBURG, H.T. and DUNCANSON, M.G.: Photoelastic Analysis of Inlay and Onlay Preparations. J. Prosthet. Dent., 33: 47-53, 1975.
- 15- FRANZ, F.E., BAUME, L.J. und HOLZ, J.: Klinische Langzeiterfahrung mit Composite-Füllungen Die Quintessenz, 8: 1329-1347, 1986.
- 16- FUZZI, M., BONFIGLIALI, R., FEBO, G.D., MARIN, C., CALDARI, R. and TONELLI, M.P.: Posterior Porcelain Inlay: Clinical Procedures and Laboratory Technique. The Int.J. Period. & Rest. Dent., 9: 275-287, 1989.

- 17- FÜLLEMANN, J., LUTZ, F.: Direktes Komposit Inlay.
Schweiz. Monatsschr. Zahnmed., 98:
759-764, 1988.
- 18- GEURTSSEN, W., HULLMANN, U. und GOCKEL, H.W.: Indirekt
Hergestellte Inlay/Onlay-Versorgungen
aus Komposit (I). Die Quintessenz, 9:
1501-1509, 1988.
- 19- GEURTSSEN, W., HULLMANN, U. und GOCKEL, H.W.: Indirekt
Hergestellte Inlay/Onlay-Versorgungen
aus Komposit (II). Die Quintessenz,
10: 1675-1683, 1988.
- 20- HEARN, E.J.: Photoelasticity. Merrow Publishing Co.
Ltd., 1971.
- 21- HOBO, S. und IWATA, T.: Gussfähiges Apatit: Ein neues
Biokompatibles Material für Zahnersatz.
Teil I: Theoretische Betrachtungen. Die
Quintessenz, 11: 1865-1875, 1986.
- 22- JACKSON, R.D., FERGUSON, R.W.: An Esthetic, Bonded
Inlay/Onlay Technique for Posterior Teeth.
Quint. Int., 21: 7-12, 1990.
- 23- JAGER, K., MEIER, H., HARDER, P.: Direktes Porzellan
Inlay. Schweiz. Monatsschr. Zahnmed.,
98: 501-506, 1988.
- 24- JINOIAN, V.: Inlays-Onlays-Facetten Möglichkeiten in
der Keramiktechnik. Sonderdruck aus "Den-
tal-Labor" 7: 1987.
- 25- JORDAN, R.E.: Esthetic Composite Bonding Techniques
and Materials, 1987.
- 26- KASTENBAUER, J.: Lichtpolymerisierende Kunststoffe in
der Zahnheilkunde-Die Anwendung des Mikro-
fillers Durafill. Die Quintessenz, 1:
25-38, 1986.

- 27- KULLMANN, W.: Das Klinische Verhalten von Polierbaren Komposit-Kunststoffen bei der Versorgung von Frontzahnkavitäten nach zwei Jahren. Dtsch. Zahnärztl. Z., 43: 287-290, 1988.
- 28- KULLMANN, W.: Zur Klassifikation von Befestigungskunststoffen für Ätz-Klebe-Restaurationen. Dtsch. Zahnärztl. Z., 43: 1077-1080, 1988.
- 29- LUTZ, F., KREJCI, I., LUESCHER, B. and OLDENBURG, T. R.: Improved Proximal Margin Adaptation of Class II Composite Resin Restorations by Use of Light-Reflecting Wedges. Quint. Int., 17: 659-664, 1986.
- 30- LUTZ, F., KREJCI, I. and OLDENBURG, T.R.: Elimination of Polymerization Stresses at the margins of Posterior Composite Resin Restorations: a new Restorative Technique. Quint. Int., 17: 777-782, 1986.
- 31- LUTZ, F., PHILLIPS, R.W., ROULET, J.F., Imfeld Th.: Komposits-Klassifikation und Wertung. Schweiz. Mschr. Zahnheilk., 93: 914-929, 1983.
- 32- Measurements Group Tech Note., Introduction to Stress Analysis by Photo Stress Method. TN-702-1, 1989.
- 33- MONDELLI, J., VIEIRA, D.F., JUNIOR, J.G.: Influence of Cavity Design Heat Treatment and Cementation on MOD Gold Inlays. II. Resistance to Removal under Tensile Stress and its Relationship to the cavity surface area. J. Prosthet. Dent., 1: 61-65, 1974.

- 34- PHILLIPS, R.W.: Elements of Dental Materials. W.B. 3rd Ed., Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 1977.
- 35- Photoelastic Inc. Instructions for Making Photoelastic Models. Bulletin IB-P-330R.
- 36- POYRAZOĞLU, E.: Normal ve Parçalı Köprü Sistemlerinin direnç Yönünden Fiziksel ve Yapısal Karşılaştırması. Doktora Tezi, İ.Ü.Dişhek. Fak., 1973.
- 37- Research Results on COLTÈNE-BRILLIANT, 1985.
- 38- RICHTER, W.: Keramik-Inlays in der Klinischen Anwendung- eine Standortbestimmung. ZWR, 98. Jahrg., 208-217, 1989.
- 39- SHILLINGBURG, H.I., HOBO, S. and WHITSETT, L.D.: Fundamentals of Fixed Prosthodontics. 2nd Ed., Quintessence Publishing Co., Inc. Chicago, Berlin, Rio de Janeiro and Tokyo, 1981.
- 40- SOOM, U.: Glaskeramik. Schweiz. Monatsschr. Zahnmed., 97: 1409-1416, 1987.
- 41- SR-ISOSIT, Inlay-Onlay Processing Instructions IVOCCLAR, 1989.
- 42- Technisches Datenblatt (EOS Inlay Material) VIVADENT, 1989.
- 43- TOPUZ, A.: Malzeme Muayenesinde Özel Konular, Fotoelastisite, Gerinim Ölçerler, Gevrek Kaplama Tekniği. Y.Ü. Mühendislik Fak. Metalurji Müh. Böl., İstanbul, 1988.
- 44- TYLMAN, S.D., MALONE, W.F.P. : Tylman's Theory and Practice of Fixed Prosthodontics. 7th Ed., The C.V. Mosby Co., Saint Louis, 1978.

- 45- ULUSOY, M., AYDIN, K.: Bölümlü Protezler. A.Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1988.
- 46- YILDIZCI, A.: İnlaylı çapaların Çiğneme Basıncını Karşılama Kabiliyetleri ile Pulpa Sınırları İlişkileri. Doktora Tezi, İ.Ü. Dişhekimliği Fak., 1979.
- 47- ZEMBİLCİ, G.: Tam (Total) Protezler Cilt I Kutulmuş Matbaası İstanbul, 1972.
- 48- ZHOU, S-M., HU, H-P., WANG, Y-F.: Analysis of Stresses and Breaking Loads for Class I Cavity Preparations in Mandibular First Molars. Quint. Int., 20: 205-210, 1989.

ÖZGEÇMİŞ

1963 yılında İstanbul'da doğdum. İlk öğrenimimi K.Çekmece İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimimi İstanbul Erenköy Kız Lisesi'nde tamamladım. 1981 yılında girdiğim Marmara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nden 1986 yılında mezun oldum. Aynı yıl mezun olduğum fakültenin Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalında doktora çalışmalarına başladım. Halen aynı fakültede Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Evliyim.