

## METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

Celil DİNÇER\*

Levent NALBANT\*\*

### GİRİŞ

Ağız içinde restoratif materyal olarak kullanılan porselenin düşük gerilim dayanımına sahip olması araştırmacıları bu dayanımın artırılması için önlemler almaya yöneltmiştir. Porselen yalnız başına kullanıldığı zaman, ön dişlerin kesici kenarları gibi gerilimin fazla olduğu bölgelerde ve çiğneme kuvvetlerinin yoğun olduğu arka grup dişlerde, kron köprü protezleri olarak kullanım alanı oldukça sınırlıdır (25,49).

Ayrıca köprü protezlerindeki yapım zorluğu ve porselen jaket kronlar ile inleylerin kenarlarında simanın zamanla çözünmesi ve gıda birikiminden dolayı renk değişiminin olması başarısızlığın artmasında başlıca nedenlerdir (15, 48, 59).

Estetik ve biyolojik uyumu çok iyi olan dental porselenin metal alaşım altyapıya bağlanarak kombine kullanımı ile belirtilen dezavantajları ortadan kaldınlabiEdiği gibi, bu yapı ideal kron-köprü protezlerinden beklenen gereksinimleri karşılar (1,2,21, 25, 40, 43, 48 49, 50, 59).

Oldukça yüksek düzeyde estetik sağlayan bu kombine yapı, metalin yüksek dayanımına ve porselenin tüm avantajlarına sahiptir (24, 33,34). Ayrıca metal-porselen restorasyonların kenar uyumlamaları, porselenlerin yalnız kullanılmalarından daha iyi olmaktadır (25).

Metal destekli porselen restorasyonlar, kesimi yapılmış diş üzerine yerleştirilen metal alaşım alt yapı ve bu yapının üzerine fırınlanan porselenden oluşurlar (16, 25, 48, 59).

(\* ) G.Ü. Dişhek. Fak. Protetik Diş Ted. Anabilim Dalı Öğr. Gör., Dr. Dt.

(\*\*) G.Ü. Dişhek. Fak. Protetik Diş Ted. Anabilim Dalı Öğr. Gör., Dr. Dt.

#### METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

Metal-porselen restorasyonların başarısı, metal alaşımın ve porselenin özelliklerine ve her iki materyalin oluşturduğu bağlantıya bağlıdır (2, 15,20,40,50,54).

#### METAL ALAŞIMLAR :

Dental porselenle birlikte kullanılan metal alaşımların şu özellikleri taşımaları gerekmektedir (2,15, 25, 44, 48,49, 50, 59) :

1. İyi bir döküm özelliğine sahip olması,
2. Çiğneme basınçlarını karşılayacak dirençte olması,
3. Yapının ince grenli ve rijit olması,
4. Yüksek mekanik özellikleri taşıması,
5. Ağız ortamında korozyon stabil olması,
6. Porselenle kuvvetli bir bağ oluşturması,
7. Isısal genleşme katsayılarının porselenle uyuşması,
8. Ergime derecesinin porselenin fırınlanma ısısından en az 150°C fazla olması,
9. Porselen fırınlanmadan önce ve sonra lehimlenebilmesi,
10. Porselende renklenmeye neden olan metal ve oksitlerini içermemesi.

Metal-porselen kombinasyonunda porselenin yüksek ısıda pişmesi kullanılan alaşımın daha yüksek ergime dereceli elementlerden seçilmesini gerektirir. Metal alaşımların mekanik özelliklerini artırmak ve porselenle uygun bir bağ oluşturmalarını sağlamak amacıyla, alaşımlara modifiye edici elementler eklenir. Bunlar genellikle indiyum, kalay, berilyum, krom, demir, nikel, molibden ve oksitleridir (15, 29, 35,46, 51, 59, 60).

#### Metal Alaşımların Sınıflandırılması :

##### 1.Kıymetli metal alaşımları

a) Platin-palladyum grubu : Yüksek ısı porseleniyle birlikte kullanılan bu alaşımlar platin, palladyum, gümüşten oluşur ve az miktarda ruthenyum içerirler (2,25,59).

b) Altın-platin grubu : Düşük ısı porselenleriyle birlikte kullanılan bu grup platin ve palladyum içeriği yüksek olan altın alaşımlarıdır. Az miktarda demir, indiyum ve kalay içerirler (2,15, 25,41,48, 58,59).

## 2. Yarı kıymetli metal alaşımları

Bunlar kıymetli metallerle kıymetsiz metallerin farklı oranlarda karıştırılması ile elde edilen alaşımlar olup çok çeşitlidirler (2, 34).

## 3. Kıymetsiz metal alaşımları

Kıymetsiz metal alaşımlarında nikel-krom, krom-kobalt, nikel-kobalt şeklinde çeşitli formülasyonlar vardır. Fakat iyi bağlanabilme ve fiziksel özelliklerinden dolayı nikel-krom alaşımları en fazla kullanılanlarıdır (2, 7, 15, 16, 22, 25, 28, 43).

Günümüzde metal-porselen çalışmaları kıymetli, yarıkıymetli ve kıymetsiz alaşımlarla yürütülmekle birlikte son yıllarda kıymetli metal fiyatlarının yükselmesi yarıkıymetli, özellikle kıymetsiz alaşımların kullanımlarını artırmıştır.

## Kıymetsiz Nikel - Krom Alaşımları :

Metal-porselen sabit restorasyonlarda kullanılan kıymetsiz alaşımlar, tek parça döküm protez alaşımlarına benzer. Nikel (% 60-80); krom (% 10-20) başlıca içerikleridir. Nikel-krom alaşımlarının yapısal özellikleri, minör alaşım elementlerinin katılmasıyla modifiye edilmiştir. Kıymetsiz nikel-krom alaşımlarda minör alaşımların varlığı ve yüzde oranları çeşitli alaşımlarda değişmekle birlikte, yapısal analizler sonucu genelde, molibden, kobalt, kalay, demir, alüminyum, silikon, manganez, karbon, titanyum, niobyum, boron ve berilyum içerdikleri belirlenmiştir (7, 25, 28, 41, 51, 53).

## Nikel-krom alaşımların özellikleri (2, 34, 43) :

1. Sertlik ve dayanımları yüksektir,
2. İyi döküm özelliğine sahiptirler,
3. Özgül ağırlıkları altın alaşımların yarısı kadardır,
4. Elastik modülleri altın alaşımlardan 2 ile 2,5 kere yüksektir.

## Nikel-krom alaşımların avantajları (34,41,43) :

#### METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

1. Dirençlerinden dolayı daha ince alt yapının hazırlanmasını sağlar,
2. Deformasyona karşı daha büyük direnç sağlar,
3. Metal-porselen restorasyonlar için artan bir dayanım sağlar,
4. Altın alaşımlara göre çok ekonomiktirler.

Nikel-krom alaşımların dezavantajları (2, 32, 41) :

1. Döküm zorluğu,
2. Kron kenarlarının kısa ve düzensiz olması,
3. Oluşan aşırı oksitlerin porselen bağını ve rengini etkilemesi,
4. Nikele duyarlı hastalarda allerjik veya toksik etkisinin görülmesidir.

Nikel-krom esaslı alaşımların, nikel allerjisine neden olması bu alaşımların kullanımını sınırlar. Ayrıca bu alaşımlarda berilyum varlığı, beriliasis'e neden olabileceğinden sakıncalı bir durum oluşturur (2,43).

#### METAL ALAŞIMLARLA KULLANILAN PORSELENLER

Metal alaşımlarla kullanılan porselenlerin kompozisyonu cam ve çözünmemiş kalayoksit şeklindedir (59). Ayrıca % 5-15 kristalin alümina içerirler (21). 100 - 600°C arasında ısıl genleşme katsayıları  $14-16 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 'tir (3, 16, 18). Bu değer alkali içeriğinin artırılmasıyla yükseltilebilir (59).

Metal alaşımlarla kombine kullanılan porselenler şu özellikleri taşımaktadır (2,15,21,57):

1. Uygun bir pişme ısısına sahip olması,
2. Metal alaşımla iyi bir bağlantı kurması,
3. Dayanımın yeterli düzeyde olması,
4. Belirli bir büzülme göstermesi,
5. Doğal dişlere benzer saydamlıkta olması,
6. Renk değiştirmemesi,

7. Alaşımın ergime derecesinden daha düşük ısıda pişmesi,
8. Termal genişleme katsayısının alaşıminkine yakın olması.

Devamlı bir kitleyi şekillendirmek için porselen mine (enamel) partiküllerinin birleştirilmesi (fusion) işlemine, eriyerek birleşme (sintering) denir (48). Bu yoğunlaştırma (densification) sırasında hacimsel değişiklik ( $\Delta v$ ), ilk safhalarda minenin yüzey gerilimi ( $\gamma$ ), viskozite ( $\eta$ ), partikül çapı ( $r$ ) ve eriyerek birleşme zamanı ( $t$ ) ile ilişkili olup şu şekilde formüle edilir :

$$v = \frac{9 \gamma}{4 \eta r} t$$

Bu eşitlik şunu gösterir: Küçük partikül boyutu ve düşük viskozite, yüksek yüzey gerilimi daha iyi yoğunlaşma oluşturacaktır (21, 48).

Metal destekli porselen restorasyonlarda dış kesimi, 1,2-2 mm. arasında yapılır. Uygun şekilde planlanan metal alaşım dökümü elde edilir. Opak porselen uygun kalınlıkta, metal alaşıma uygulanır. Daha sonra saydam gövde porselinin şekillendirilip fırınlanması ile dış konturları oluşturulur (8, 25, 59). Alt yapı tasarım çalışmalarında, porselenin metal alt yapı yüzeyini daha fazla kaplaması halinde kırılma direncinin arttığı belirtilmektedir (34).

#### METAL PORSELEN BAĞLANTISI

Metal alaşım-porselen bağlantısındaki mekanizmaların rolü çok karışıktır. Bağın dayanımı komponentlerin sayısının nitel toplamıdır. Bu komponentlerin derecesi ve dağılımı henüz tam olarak bilinmemektedir (11, 16,47,59).

Genelde metal-porselen bağının yapısı dört temel komponentten oluşur (21,24,34,50,58) :

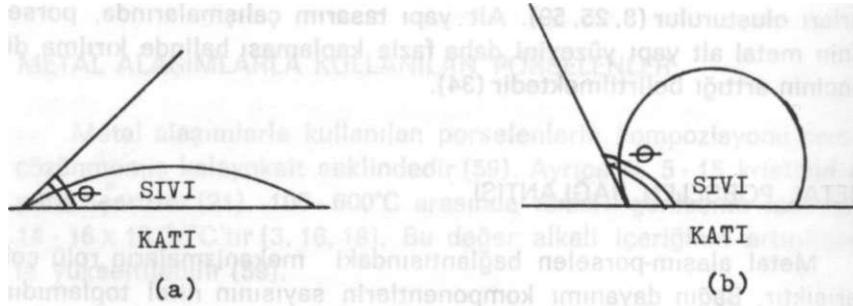
1. Van der Waals kuvvetleri,
2. Sıkışma kuvvetleri,
3. Kimyasal bağlantı kuvvetleri,
4. Mekanik bağlantı kuvvetleri.

## METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

### 1. Van der Waals Kuvvetleri :

Gerek atom, gerekse moleküler kuvvetlerden oluşurlar ve fiziksel absorpsiyon olaylarına bağlıdırlar. Bu fiziksel kuvvetler, kimyasal kuvvetlerle oluşan primer bağlara göre oldukça zayıftırlar. Sekonder kuvvetler şeklinde nitelendirilen bu bağlar moleküller ve atomlar arasındaki elektrostatik çekimle oluşurlar. Bu tip ilişkiye en iyi örnek iki cam plağı birbirine bağlayan su damlasıdır. Van der Waals kuvvetleri ile biraraya bağlanan katıların molekülleri, bu bağın zayıflığına bağlı olarak düşük elastisite modülüne, yüksek ısıl genişleme ve düşük ergime noktasına sahiptirler (2, 15).

Metal üzerindeki opak porselen, fırının sıcak bölgesine konulduğunda opak porselen granülleri yuvarlanarak toplanır ve birleşirler. Bu safhada porselen metal yüzeyini ıslatmaya başlar. Yükselen ısıda, porselenle ıslanan metal arasında oluşan doğal arayüzeyin şekillenmesi istenir. ıslatmanın yeterliliği yüzey gerilim etkenlerine bağlıdır. Katı-sıvı vektörü ile sıvı-hava vektörü arasında oluşan açı ıslanmayı sağlar. Bu birleşim açısının küçük olmasıyla daha iyi ıslanma ve kuvvetli bir yapışma sağlanır (16, 21,45,47, 48, 59), (Şekil 1).



ŞEKİL 1 — Sıvıların Katıları ıslatması

- a) Dar Birleşim Açısı
- b) Geniş Birleşim Açısı

### 2. Sıkışma Kuvvetleri :

Dental porselenin metale sıkışma kuvvetleri ile tutunması metal yüzeyinin geometrisine ve metal ile porselenin ısıl genişmelerinin uyumuna dayanmaktadır. Fırınlama sırasında 930 960°C'ye yükselen porselen büzölmeye devam eder, fakat hiçbir zaman ergiyik

veya sıvı hale gelmez. Bu durum metal alaşımın genişmesi üzerinde önleyici bir etki oluşturur. Kitlenin soğuması sırasında alaşım orijinal boyutlarına dönmeye çalışır ve porselenden daha fazla genişmeye sahip olduğu için daha çabuk büzülür. Bu büzülme sırasında alaşımda çekme gerilimleri, porselende ise sıkışma gerilimleri oluşur. Pratikte metal-porselen sistemleri, metal ile porselen arasındaki ısısal genişleme katsayısı için küçük uyumsuzluklara göre planlanmıştır (21,23,44,48,59).

Gerilim sonucu oluşan sıkışma kuvvetleri metal alaşımın termal genişleme katsayısının porseleninkinden çok az yüksek olmasından kaynaklanır (34,47, 52). Metal alaşımlarla birlikte kullanılan porselenlerin termal genişleme katsayıları  $14 - 16 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  kadardır (16,18). En yüksek bağlantı değeri termal genişleme katsayıları arasındaki farkın  $0.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  olduğu durumda bulunmuştur (3). Aradaki bu farkın artması arayüzde istenmeyen makaslama (shear) gerilimlerinin oluşmasına neden olur. Porselenden daha az genişleme gösteren alaşımlar ise porselen üzerinde istenmeyen çekme gerilimleri oluştururlar (6,9, 23, 59).

### 3. Kimyasal Bağlantı Kuvvetleri :

Katılarda atomlar değişik kuvvetlerle birarada tutulurlar. Bu kuvvetler iyonik, kovalent ve metalik bağlardır. Metal-porselen arasında oluşan kimyasal bağlanma bu bağlarla ilişkilidir (2,15, 34, 56).

#### a) İyonik (Heteropoler) Bağlar :

Atomların en dış yörüngelerindeki elektronları, birleşecekleri diğer atomların dış yörüngelerini tamamlayacak şekilde ise bir veya birkaç elektronun bir atomdan diğerine yer değiştirmesi ile bu bağlantı oluşur.

#### b) Kovalent (Homopoler) Bağlar :

Elektronların yer değiştirmesi ile değil, iki atom tarafından paylaşılması ile oluşur.

#### c) Metalik Bağlar :

Metal iyonları en dış yörüngelerindeki elektronlarını kaybederek pozitif iyon haline gelirler. Pozitif iyon olarak düşünülebilen katı metaller serbest elektronların gazları ile birarada tutulurlar. Metalin

## METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

kohezyon kuvveti, devamlı olarak aralarında dönen elektronların, pozitif iyonlar tarafından çekilmesi ile meydana gelir.

Oksidasyonla veya fırınlama sırasında metal alaşım içindeki elementler yüzeye doğru göç ederek oksit şeklinde formlanırlar ve porselen oksitleriyle bu tabaka arasında kimyasal bir bağ oluşur (12, 21, 37, 46, 47, 60, 61).

Uygun kimyasal bağ için kalıcı kimyasal dengenin oluşması gerekir. Bu denge arayüzde doyurulmuş metal ve porselen ile metal yapının düşük değerdeki oksidasyonu ile ilgilidir. Sonuçtaki kimyasal aktivite, metal oksitlerden biri için, herhangi bir faz ile absorbe olmaksızın metal ile porselenin bağlandığı arayüzdeki minimum moleküler oksit tabakasını temin eder (47). Buradaki reaksiyon ayırdedilebilen bir bileşiğin ana formasyonu değil, iç yayılım nedeniyle arayüzün kaybolmasıdır (5, 21, 35, 46).

### 4. Mekanik Bağlantı Kuvvetleri :

Metal-porselen arasındaki diğer bir bağlantı şekli olan mekanik bağlanma, metal yüzeyinin geometrisine bağlıdır. Pürüzlü bir metal yüzeyinin, düz veya cilalı bir yüzeyden daha çok tutucu olduğu kabul edilir (2). Bunun nedeni andırkatların oluşması ve relatif alanın genişlemesidir.

Esas olarak metalin yapısında çeşitli türde mekanik kökenli olan geometrik tutuculuk mevcuttur. Metal-porselen ve benzeri çalışmalarda görülen iki çeşit düzensizlik hali vardır (2) :

a) Metal-porselen birleşim bölgesinde döküm sonucu alaşım yüzeyinde görülen düzensizlik hali,

b) Çelik plakların emayelenmesinde ya da ergimiş çeliğin oksit içeren cam ergiyiğine temasında rastlanan kimyasal kökenli olan düzensizlik hali. Emaye çelikli kalamın tabakasıyla karşılaşarak onu eriterek, elektrokimyasal bir yöntemle yüzeyi aşındırır ve cam, metal ile artık ayrılmayacak bir şekilde mekaniksel olarak birleşir.

Porselen ile metal arasında mekanik bağlantı kuvvetleri oluşturmak amacıyla alaşım yüzeyine çeşitli yöntemler uygulanır.

— Metal alaşımın mōletlerle veya zımpara ile tesfiyesi sırasında alaşım yüzeyi pürüzlenir. Fakat bu pürüzlendirme genellikle yeterli olmamaktadır (14, 20, 26).



— Çeşitli gren büyüklüğündeki alümina ( $Al_2O_3$ ) tozlarının metal alaşım yüzeyine basınçla püskürtülmesi ile pürüzlendirme sağlanır. Kumlama (sandblasting, grindblasting) adı verilen bu yöntem en yaygın olarak kullanılan pürüzlendirme şeklidir (11, 21, 22, 34, 39, 40, 41).

— Metal alaşım yüzeyi için retansiyon boncuklarının kullanılması ya da küçük partikül boyutlarındaki alaşımların kumlanmış metal yüzeyine lehimlenmesi mekanik tutuculuğa katkıda bulunur. Metalizasyon, bu yöntemlerin bir modifikasyonu olup, uygun bir retansiyon yüzeyi oluşturarak mekanik tutuculuğun artmasını sağlar (13, 22, 31, 55).

Pürüzlendirilmiş alaşım yüzeyi ile porselen arasında mikromekanik kenetlenme oluşur (21, 22, 27, 34). Bunun yanısıra alaşımın yüzey düzensizliği porselenle bağlanma alanını genişlettiğinden diğer bağlantı kuvvetlerinin artmasına neden olur (2, 21, 48, 59).

## METAL YÜZEYİNİN HAZIRLANMASI

Porselenle birlikte kullanılacak metal alaşımlarına porselenin şekillendirilme safhasına kadar çeşitli işlemler uygulanır. Bu işlemlerin sıraları ve uygulanma yöntemleri alaşımların özelliklerine ve araştırmacılara göre farklılıklar göstermektedir. En uygunu yapımçı firmaların belirttiği yöntemleri izlemek olmalıdır.

### — Oksidasyon :

Metal alaşım yüzeyinde porselenle bağlantı sağlayacak oksitlerin oluşması için metal alaşımlar ön ısıtma işlemine tabi tutulurlar. Genellikle  $900-980^{\circ}C$ , vakumda, 10 dakika yapılan ön ısıtma işlemi alaşım yüzeyinin yağlardan ve gazlardan arındırılmasını (degasing) da sağlar (15, 59, 60). Alaşımın gazlardan arındırılmaması halinde porselen bağında yüksek miktarda porözite oluşur (21, 35, 42).

Bazı araştırmacılar, alaşım düzeyindeki oksidasyonun porselenin fırınlanması sırasında yeteri derecede oluştuğunu, bu yüzden ön ısıtma işlemine gerek olmadığını öne sürerler. Alaşım yüzeyinde şekillenen oksit tabakası alaşım ve porselen arasında bağlanma ve yapışmayı geliştirirler (4, 5, 11, 16, 22, 46, 48, 59, 60, 62).

## METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

İyi bir bağlantı oluşması için metal yüzeyinde şekillenen oksitin aşağıdaki özellikleri taşıması gerekir (15, 21, 44) :

1. Oksitin genişleme katsayısı alaşım ve porseleninkine uygun olmalı,
2. Oksit, alaşım yüzeyinde iyi bir adhezyon sağlamalı,
3. Oksit, porselenle reaksiyona girmeli fakat başarı için dayanıklılık, renk, opasite özelliklerini bozmamalıdır.

Tekrarlanan fırınlamalar oksit oluşumunu artıracığından bağlantı kuvvetinin zayıflamasına neden olabilirler (31, 34).

### — Kuşlama :

Mekanik retansiyon oluşturarak, bağ dayanıklılığı için iyi bir yüzey sağlayan kuşlama, en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Çeşitli gren boyutlarındaki alümina parçacıklarının 4-6 bar başmandaki hava yardımıyla alaşım yüzeyine püskürtülmesiyle sağlanır. Genellikle 55 - 120 n boyutundaki alümina tozu kullanılır. Son araştırmalarda 250 u.' luk gren boyutundaki alümina kullanılması önerilmektedir. Kuşlama ile oluşturulan yüzey pürüzlendirilmesi mekanik retansiyon oluşturduğu gibi relatif alanın genişlemesini de sağlar (11,21, 22,24,34,39,40,41).

### — Alaşım Yüzeyinin Temizlenmesi :

Porselen uygulanacak alaşım yüzeyinin metal-porselen bağlantısına engel olacak yağlardan ve diğer maddelerden arındırılması gerekir. Ön ısıtma ve kuşlama işlemleri yüzeyin arındırılmasına yardımcı olurlar.

Metal alaşım yüzeyinin temizlenmesi genellikle ultrasonik ünite kullanılarak saf su, etil asetat ya da pretil temizleme solüsyonu ile sağlanır (2, 26, 37, 38, 62). Ayrıca alaşım yüzeyine basınçlı buhar püskürtülmesi kullanılan diğer bir yöntemdir (41). Yüzey temizlenmesi amacıyla hidroflorik asit de kullanılmaktadır (20, 24). Fakat asitler, kimyasal bağ için gerekli oksit miktarını azaltacağından uygun değildir (21,60).

Porselen uygulanırken temizlenmiş metal alaşım yüzeyine el veya herhangi bir aletle dokunulmamalıdır (21).

### — Bağlama Ajanlarının Uygulanması :

Metal-porselen arasındaki bağlantı kuvveti, bağlama ajanları (bonding agents) kullanımı ile geliştirilmiştir (5, 11, 17, 30, 36, 50). Genellikle toz ve likitten oluşan bu ajanlar, karıştırıldıktan sonra kumlanmış metal alaşım yüzeyine sürülür, kurutulur ve belirtilen yöntemle fırınlanır (10,14). Bağlama ajanları, çok küçük boyutlarda soy metal partikülleri içerebilirler (24, 59). Bu ajanların kullanımları metal-porselen bağlantı dayanımını artırır (19, 24, 30, 36).

Bağlama ajanları aynı zamanda metalin rengini maskeleyerek estetiğe katkıda bulunurlar (33, 50). Bazı araştırmacılar bağlama ajanlarının, metal-porselen bağ dayanımını etkilemediğini savunurlar. Bu nedenle bu ajanları estetik özelliklerinden dolayı kaplama ajanı (coating agents) şeklinde nitelendirirler (17, 59).

Genel kanı, bağlama ajanlarının uygun metal yüzeyi oluşturarak mekanik yapışma sağladığı ve oksit bağlanmasına yardımcı olduğudur (14, 19).

— Metalizasyon :

Metalizasyon, porselen-metal bağlantısında alaşım yüzeyinde uygun retansiyon yüzeyi oluşturarak mekanik tutuculuğu artıran bir yöntemdir (2, 13,31,54,55).

Bu işlem için kullanılan özel aygıt ile kumlanmış alaşım yüzeyi üzerine küresel alaşım partikülleri püskürtülür. Bu partiküller mikro-lehimlenme ile yüzeye yapışırlar. Arayüz materyali şeklinde nitelen-dirilen bu partiküller alaşım yüzeyinde, porselen birleşimi için ince ve uniform bir retansiyon yüzeyi oluştururlar. Ayrıca, arayüz materyali metal-porselen iç yüzündeki artık gerilimleri azaltır (13, 31,54, 55).

Bu teknikte metal alaşımların, mum modelasyon tasarımları farklıdır. Aynı şekilde gövde yapıları için de hazır prefabrik muımlar vardır. Bu teknik modelasyona kolaylık sağlarken, daha ince metal tasarımımdan dolayı ekonomi sağlar (2,13, 31, 55).

— Galvanoplasti :

Metal-porselen arasındaki bağlantı dayanımını artırmak amacıyla metal yüzeyine elektroforez, veya elektrodpozisyon uygulanabilir. Fakat yapımları güç ve zaman alıcı olan bu yöntemler yaygın olarak kullanılmazlar (14-22).

## METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

### Ö Z E T

Makalede metal destekli dental porselen yapımında kullanılan metal alaşımlar, porselenler ve özellikleri anlatılmıştır. Ayrıca metal-porselen bağlantısı ve bu bağlantıya etki eden kuvvetler ve uygun bağlantı sağlanabilmesi için metal yüzeyine uygulanan işlemler açıklanmıştır.

### SUMMARY

#### PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF DENTAL PORCELAIN

Properties and characteristics of dental porcelain and alloys used in the porcelain-fused to metal techniques have been described. Besides, the porcelain-metal bond strength and the effects of different stresses and varying surface texture on bond strength have been discussed.

### K A Y N A K L A R

- 1 — Abbott, S.J. : Metal-Ceramic Restorations, J. Prosthet. Dent, 39: 3, 293-294, 1978.
- 2 — Akın, E. : Dişhekimliğinde Porselen, İstanbul Üniversitesi Dışhek. Fak., ikinci Baskı, İstanbul, 1983.
- 3 — Al-Azzawi, H.J., Sorensen, S.E., Agarwall, D.P. : Porcelain-Alloy Adherence Varying Thermal Contraction Match., J. Dent. Res. 59 (Special Issue B): 896, 1980.
- 4 — Anusavice, K.J., Horner, J.A., Fairhurst, C.W. : Interdiffusion Behavior in Porcelain Fused to Metal Couples., J. Dent. Res 54 (Special Issue A) : 159, 1975.
- 5 — Anusavice, K.J., Ringle, R.D., Fairhurst, C.W. : Adherence Controlling Elements in Ceramic Metal Systems., II. Nonprecious Alloys., J. Dent. Res., 56 : 9, 1053-1061, 1977.
- 6 — Anusavice, K.J., Twiggs, S.W., DeHoff, P.H., Fairhurst, C.W. : Correlation of Thermal Shock Resistance With Thermal Compatibility Data for Porcelain-Metal Systems., J. Dent. Res., 59 (Special Issue B) : 897, 1980.

- 7 — Baran, G.R. : Phase Changes in Base Metal Alloys Along Metal-Porcelain Interfaces., *J. Dent. Res.*, 58 : 11, 2095-2104, 1979.
- 8 — Barghi, N., Lorenzana, R.E. : Optimum Thicknesses of Opaque and Body Porcelain., *J. Prosthet. Dent.*, 48 : 4, 429-431, 1982.
- 9 — Bertolotti, R.L. : Thermal Processing to Reduce Stress in Porcelain Fused to Metal Restorations., *J. Dent. Res.*, 59 (Special Issue B) : 898, 1980.
- 10 — Biodent Metallkeramik Universal, De Trey Gesellschaft mBH 6200 Wiesbaden 1.
- 11 — Carter, J.M., Mudafar, J., Sorensen, S.E. : Adherence of a Nickel-Chromium Alloy and Porcelain., *J. Prosthet. Dent.*, 41 : 2, 167-172, 1979.
- 12 — Cascone, P.J., Massimo, M., Tuccilo, J.J., Jelenco, J.F. : Theoretical Interfacial Reactions Responsible for Bonding in Porcelain to Metal Systems. Part II - Oxidation of Alloys., *J. Dent. Res.*, 57 (Special Issue A) : 292, 1978.
- 13 — Ceral, Instructions For Use, M.P. Metalor, Neuchatel, Suisse.
- 14 — Chorg, M.P., Beech, D.R., Chem, C. : A Simple Shear Test to Evaluate the Bond Strength of Ceramic Fused to Metal., *Aust. Dent. J.*, 25: 6, 357-361, 1980.
- 15 — Combe, E.C. : Notes on Dental Materials., Second Edition. Longman Group Limited., Edinburgh, London, New York, 1975.
- 16 — Craig, R.G., O'Brien, W.J., Powers, J.M. : Dental Materials Properties and Manipulation., The G.V. Mosby Company, St. Louis, London, 1983.
- 17 — DeSimon, L.B., Huget, E.F., Risinger, R.J., Cosgrove, J.R. Effect of Laboratory Procedures on Alloy-Porcelain Bond Strength., *J. Dent. Res.*, 54 (Special Issue A) : 160, 1975.
- 18 — Dorsch, P. : Thermal Compatibility of Materials for Porcelain Fused to Metal (PFM) Restorations., *Ber. Dt. Keram. Ges.*, 59 (1982) Nr. 3.
- 19 — Fairhurst, C.W. : Metal Surface Preparation and Bonding Agents in Porcelain Metal Systems., In Alternatives to Gold Alloys in Dentistry., DHEW Publication (NIH), 77-1227, 1977.
- 20 — Fisher, R.M., Moore, B.K., Swartz, M.L., Dykema, R.W. : The Effects of Enamel Wear on the Metal-Porcelain Interface., *J. Prosthet. Dent.*, 50: 5, 627-631, 1983.
- 21 — Fraunhofer, J.A. : Scientific Aspects of Dental Materials., Butter Worths, London, Boston, 1975.
- 22 — Freesmeyer, W.B., Lindemann, W. : Verbundfestigkeit Zwischen Keramischer Masse und Nichtedelmetalllegierungen in Abhängigkeit von der Vorbehandlung des Metallgerüsts., *Dtsch. Z.Z.*, 37: 288-291, 1982.

METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

- 23 — Fukui, H., Hasegawa, J., Takeuchi, M., Lacy, A.M. : Differential Thermal Expansion Between Alloys and Porcelains., J. Dent. Res., 59 (Special Issue B): 898, 1980.
- 24 — Gavelis, J.R., Lim, S.B., Guckes, A.D., Morency, J.D., Sozio, R.B. : A Comparison of the Bond Strength of Two Ceramometal Systems., J. Prosthet. Dent., 48 : 4, 424-428, 1982.
- 25 — Greener, E.H., Harcourt, J.K., Lautenschlager, E.P. : Materials Science in Dentistry., The Williams Wilkins Co., Baltimore, 1972.
- 26 — Guinn, J.W., Grisvold, w-H., Vermilyea, S.G. : The Effects of Cooling Rate on the Apparent Bond Strength of Porcelain Metal Couples., J. Prosthet. Dent., 48 : 5, 551-554, 1982.
- 27 — Huget, E.F., DeSimon, L.B. : High Temperature Microscopy of Porcelain - Precious Alloys., J. Dent. Res., 56 (Special Issue B) : 176, 1977.
- 28 — Huget, E.F., Vlica, J.M., Wall, R.M. : Characterization of Two Ceramic-Base - Metal Alloys., J. Prosthet. Dent., 40 : 6, 637-641, 1978.
- 29 — Laub, L.W., Marshall, G.W., Lautenschlager, E., Eichner, K. : The Metal Porcelain Interface of Gold Crowns., J. Dent. Res., 57 (Special Issue A) : 293, 1978.
- 30 — Laub, L.W., Moser, J.B., Greener, E.H. : The Tensile and Shear Strength of Some Base Metal-Ceramic Interface., J. Dent. Res., 56 (Special Issue B) : 178, 1977.
- 31 — Leibowitch, R., Degrange, M., Saragossi, A. : Bonding Porcelain to Nickel-Chromium Alloys., Proceeding of the Second International Prosthodontic Congress., The C.V. Mosby Co., St. Louis, 1979.
- 32 — Lemons, J.E. : Casting Accuracies and Porcelain Interface Strengths for Au and Ni Base Alloys., J. Dent. Res., 59 (Special Issue B) : 897, 1980.
- 33 — Leone, E.F., Fairhurst, C.W. : Bond Strength and Mechanical Properties of Dental Porcelain Enamels., J. Prosthet. Dent., 18 : 2, 155-159, 1967.
- 34 — Lubovich, R.P., Goodkind, R.J. : Bond Strength Studies of Precious, Semi-precious and Nonprecious Ceramic-Metal Alloys With Two Porcelains., J. Prosthet. Dent., 37 : 3, 288-299, 1977.
- 35 — Luggasy, A.A., Kumamoto, Y. : Surface Properties of Porcelain Fused to Metal Alloys., J. Dent. Res., 54 (Special Issue A) : 159, 1975.
- 36 — Mackert, J.R., Ringle, R.D., Thompson, B.R., Fairhurst, C.W. : A Cyclic Loading Test for Porcelain-Fused to Metal Bonding., J. Dent. Res., 56 (Special Issue B) : 178, 1977.
- 37 — Malhotra, M.L., Maickel, L.B. : Shear Bond Strength in Porcelain Metal Restorations., J. Prosthet. Dent., 43 : 4, 397-400, 1980.

- 38 — Malhotra, M.L., Maickel, L.B. : Shear Bond Strength of Porcelain Fused to Alloys of Varying Noble Metal Contents., *J. Prosthet. Dent.*, 44 : 4, 405-412, 1980.
- 39 — McLean, J.W., Jeansonne, E.E., Bruggers, H., Lynn, D.B. : A New Metal-Ceramic Crown., *J. Prosthet. Dent.*, 40 : 3, 273-287, 1978.
- 40 — McLean, J.W. : The Science and Art of Dental Ceramics, Vol. I, Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago, Illinois, 1979.
- 41 — McLean, J.W. : The Science and Art of Dental Ceramics, Vol. II, Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago, Illinois, 1979.
- 42 — Mintz, V.W., Caputo, A.A., Belting C.M. : Inherent Structural Defects of Porcelain Fused to Gold Restorations : A Preliminary Report., *J. Prosthet. Dent.*, 32 : 5 , 544-550, 1974.
- 43 — Moffa, J.P., Lugassy, A.A., Guckes, A.D., Gettleman, L. : An Evaluation of Nonprecious Alloys for Use With Porcelain Veneers, Part I, Physical Properties., *J. Prosthet. Dent.*, 30 : 4, 424-431, 1973.
- 44 — O'Brien, W.J., King, J.E., Ryge, G. : Heat Treatment of Alloys to be Used for the Fused Porcelain Technique., *J. Prosthet. Dent.*, 14 : 5, 955-960, 1964.
- 45 — O'Brien, W.J. : The Cohesive Plateau Stress of Ceramic-Metal Systems., *J. Dent. Res.*, 56 (Special Issue B) : 177, 1977.
- 46 — Ohno, H., Kanzawa, Y., Kawashima, I., Shiokaw, N. : Structure of High Temperature Oxidation Zones of Gold Alloys for Metal-Porcelain Bonding Containing Small Amounts of In and Sn., *J. Dent. Res.*, 62 : 6, 774-779, 1983.
- 47 — Pask, A.J. : Fundamentals of Wetting and Bonding Between Ceramics and Metals., *Alternatives to Gold Alloys in Dentistry.*, DHEW Publication (NIH) 77-1227, 1977.
- 48 — Peyton, F.A., Craig, R.G. : Restorative Dental Materials., Fourth Ed., The C.V. Mosby Com., St. Louis, 1971.
- 49 — Phillips, R.W. : Elements of Dental Materials., Second Ed., W.B. Saunders Com., Philadelphia, London, Toronto, 1971.
- 50 — Phillips, R.W., Swartz, M.L., Norman, R.D. : Materials for the Practicing Dentist., The C.V. Mosby Com. St. Louis, 1969.
- 51 — Ringle, R.D., Fairhurst, C.W., Anusavice, K.J. : Microstructures in Nonprecious Alloys Near the Porcelain-Metal Interaction Zone., *J. Dent. Res.*, 58 : 10, 1987-1993, 1979.
- 52 — Ringle, R.D., weber, R.L., Anusavice, K.J., Fairhurst, J.W. : Thermal Expansion-Contraction Behavior or Dental Porcelain-Alloy Systems., *J. Dent. Res.*, 57 (Special Issue A) : 293, 1978.

METAL DESTEKLİ DENTAL PORSELENLER

- 53 — Sauer, V.G. : Untersuchungen über die Keramische Verblendung von Nichtedel-Metallegierungen., Dtsch. Z.Z., 33. 125-128. 1978.
- 54 — Schwickerath. H. : Prüfung der Verbundfestigkeit Metall-Keramik., Dtsch. Z.Z., 38, 21-25, 1983.
- 55 — Shoher, I., Whiteman, A.E : Reinforced Porcelain System : A New Concept in Ceramometal Restorations., J Prosthet. Dent., 50 : 4, 389-496, 1983.
- 56 — Sienko, M.J., Plane, R.A. : Chemistry, Prindples and Properties., McGraw-Hill Inc., NewYork, 1966.
- 57 — Silver, M., Howard, M.C., Klein, G. : Porcelain Bonded to a Cast Metal Understructure, J. Prosthet. Dent., 11 : 1, 132-145 1961.
- 58 — Silver, M., Klein, G., Howard, M.C. : An Evaluation and Comparison of Porcelains Fused to Cast Metals., J. Prosthet. Dent., 10: 6, 1055-1064, 1960.
- 59 — Skinner, E.W., Phillips, R.W. : The Science of Dental Materials., Sixth Ed., Illustrated W.B. Saunders Co.. Philadelphia, London, 1967.
- 60 — Stewart, G.P., Maroso, D., Schmidt, J.R. : Effect of Surface Treatments on Alloy Surfaces., J. Dent. Res., 57 (Special Issue A): 293, 1978.
- 61 — Weber, V.H. : Die Metallkeramische Grenzfläche bei Ni-Cr Keramiksystemen aus Never Sicht., Dtsch. Z.Z., 37, 896-399, 1982.