

T.C.  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**PORSELEN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN  
VE YAPIŞTIRMA AJANLARININ KOMPOZİT-  
PORSELEN YAPIŞMA DİRENCİNE ETKİLERİ**

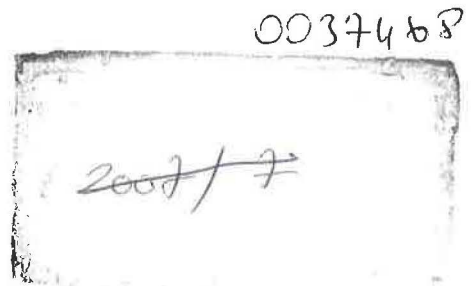
(DOKTORA TEZİ)

DİCLE ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KÜTÜPHANESİ	
Dersbaş No.	0037468
Tanıf No.	

Dt. Murat SARIBAŞ

DOKTORA YÖNETİCİSİ  
Doç. Dr. Suat ALTUN

DIYARBAKIR-1999



## İÇİNDEKİLER

1- GİRİŞ.....	1-2
2- GENEL BİLGİLER.....	3-22
3- GEREÇ VE YÖNTEM.....	23-34
4- BULGULAR.....	35-41
5- TARTIŞMA.....	42-51
6- SONUÇLAR.....	52
7- ÖZET.....	53
8- İNGİLİZCE ÖZET.....	54
9- KAYNAKLAR.....	I-V

## TEŞEKKÜR

Doktora tezimin hazırlanmasındaki ve yazılmasındaki katkıları için Doktora danışmanım Doç. Dr. Suat ALTUN'a teşekkür ederim.

Teknik konulardaki yardımları için ODTÜ Maden Mühendisliği metalürji bölümü teknisyeni sayın Ersin ÖZEL'e, istatistik çalışmalarındaki yardımları için A.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Biometri ve Genetik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Fikret GÜRBÜZ'e ve Araştırma Görevlisi Sıddık KESKİN'e teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanmasındaki manevi katkılarından dolayı eşim Araştırma Görevlisi Ebru Ece SARIBAŞ'a teşekkür ederim.

## GİRİŞ

1950' lerin ortalarından beri metal-porselen restorasyonlar dişhekimliğinde tam kronların yapımında kullanılmaktadır. Metal-porselen restorasyonlar, mükemmel bir biyolojik uyuma sahip olması, yüzeyinde bakteri plağı birikmemesi ve estetiğin mükemmel sağlanması nedeniyle metal-estetik materyal restorasyonlara tercih edilmektedir.

Metal-porselen restorasyonlar, rijit bir karaktere sahip metal alt yapı ile, kırılabilir bir yapıya sahip porselenin bağlanması şeklinde oluşur. Bu tür restorasyonlarda travma veya farklı nedenlere bağlı olarak kırılmalar oluşabilmektedir. Porselenin kırılarak metalden ayrılması her zaman restorasyonun başarısızlığı anlamına gelmese de, hastalarda estetik ve fonksiyonel problemlere neden olmaktadır. Ekonomik nedenlerden ve porselenin kırılabilirliğinden dolayı, başarısızlığa uğramış bir restorasyonun yerinden çıkarılması her zaman pratik bir çözüm olmamaktadır. Restorasyonun ağız içinde restoratif bir materyalle tamiri en pratik ve en hızlı çözüm olarak akla gelmektedir.

Porselenin ağız içi tamir işleminde, kompozit resinler, estetik olması ve kolay manipüle edilebilir özelliklerinden dolayı restorasyon materyali olarak kullanılmaktadır. Uygun renkte kompozit resin kullanılarak, porselenin kırık bölgesi ağız içerisinde restore edilmekte ve estetik mümkün olduğunca sağlanabilmektedir.

Bununla beraber devam eden fonksiyonel yükler açısından tamir materyali ile restorasyon arasında güçlü ve uzun süreli bir bağlanma



olmalıdır. Kompozit resin-porselen bağlantısını güçlendirmek amacıyla birçok sistem geliştirilmiştir. Genel olarak bu sistemler, porselen yüzeyinin mekanik veya kimyasal olarak pürüzlendirilmesini takiben uygulanan bir adesivi ve daha sonra kompozit resin ile tamiri içermektedir.

Bu çalışmanın amacı, restoratif materyali farklı yöntemlerle porselene yapıştırarak, fonksiyonel kuvvetler karşısında en güçlü yapışmayı sağlayacak tekniği bulmaktır. Bu amaçla, üç farklı tipte yüzey hazırlığı ile iki farklı tipte adesiv sistem kullanılarak, porselenin kompozit resin ile tamirinin, kesme tipi kuvvetler karşısında dayanıklılığı in vitro olarak araştırılmıştır.

## GENEL BİLGİLER

Porselenin kalitesi, içeriğinin seçimine, bunların doğru orantılanmasına ve fırınlama işleminin uygun yapılmasına bağlıdır. En mükemmel Çin seramiğinden, tabiatta doğal olarak bulunan porselen malzemesine kadar bütün porselenler aynı yapıya sahiptir<sup>14</sup>.

Dental porselenler, silikon ve oksijen atomlarının kombinasyonu ile meydana gelen nonkristalin cam yapıdan oluşurlar. Esas yapıyı oluşturan büyük oksijen atomları matriks olarak görev yaparken daha küçük olan silikon atomları boşluklara yerleşirler. Bu atomları bir arada tutan atomik bağlar, hem kovalent hem de iyonik karakterdedir. Bu sayede porselen, sert, yüksek elastisite modülüne sahip ve ısısal ve kimyasal ajanlara dirençli olur<sup>1,13,14,40</sup>.

Porselenin içeriğini, Feldispat, Kaolen ve Kuartz oluşturur. Bunun yanında bazı özellikler kazanılması için potas (potasyum hidrat), soda (sodyum bikarbonat) gibi özel bileşikler ilave edilir.

Feldispat, gri-pembe renkte, mineral yapısı kristalin formda, opak bir maddedir. Kimyasal ismi potasyum silikattır ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ). 1100°C' de erimeye başlar, 1300°C' de sıvı hal alır ve camlaşır, daha fazla ısıtılmazsa şeklini muhafaza eder. Bu özelliğinden dolayı da porselen restorasyonların fırınlama işlemi sırasında yapısını muhafaza etmesini sağlar<sup>14</sup>.

Feldispat içerisinde bulunan demir ve mika partikülleri, çeşitli işlemlerle ayrıştırılır. Bunun nedeni metallerin porselende oluşturacağı istenmeyen renklenmelerdir. Partikül büyüklükleri ayarlandıktan sonra feldispat kullanıma hazırdır. Feldispat, porselen hamuruna sertlik ve saydamlık verir. Kuartz ve kaolen kristallerini birleştirici özelliği vardır.

Kuartz (silis), porselen yapısını oluşturan diğer bir maddedir. Elde edilmesi feldispat kadar zor değildir, fakat kuartz içerisinde de bulunabilecek demir partikülleri ayrıştırılmalıdır. Porselenin normal pişirme sıcaklığında kuartz, yapısını korur ve böylece porselen kütesinin stabil kalmasını sağlar. Porselende saf kuartz kristalleri ( $\text{SiO}_2$ ) kullanılır. Renksizdir, suda erimez ve diğer maddelere iskelet görevi yapar<sup>14,25</sup>.

Kaolen (kil), en saf haliyle porselenin yapısına girer. Kimyasal formülü  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dur. Tüm yabancı partiküllerden ayrıştıncaya kadar tekrarlanan yıkama işlemleri ile saf kaolen elde edilir.  $1600^\circ\text{C}$ ' ye kadar erimez, su ile karıştırıldığında yapışkan hamur haline gelir. Isıtılmaya başladığında suyunu kaybeder,  $1400^\circ\text{C}$ ' de suyun hepsi uçar ve homojen bir kitle oluşur. Daha yüksek ısıda kaolenin yanması sonucunda siliminat ( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ ) meydana gelir. Bu madde iğnemsiz kristaller şeklindedir.  $1700^\circ\text{C}$ ' de koyu renk alır ve kütesi küçülür, sertleşir ve süngerimsi bir hal alır. Porselen hamuruna opak manzarası verir. Su ile karıştırıldığında yapışkan hal alır, porselen hamuruna çalışılabilir özellik kazandırır ve birleştirici rol oynar<sup>13,14,25</sup>.

Porselen hamurunda ayrıca renk pigmentleri de bulunur. Bu tozlar porselenin doğal renge en yakın hale getirilmesinde kullanılır. Renk pigmentleri metal oksitlerden elde edilir. Bu metalik pigmentler; sarı-kahverengi ton için titanyum oksit, eflatun ton için manganez oksit, kahverengi ton için demir oksit, mavi ton için kobalt oksit, yeşil ton için bakır veya kromiyum oksit ve kahverengi ton için nikel oksittir. Son

yıllarda floresans etki için uranyum oksit, opasiteyi artırmak için ise kalay oksit kullanılmaktadır<sup>14</sup>.

Porselende genellikle: (%75-85)Feldispat  
(%12-22)Kuartz  
(%3-5)Kaolen ve  
%1'den az da renk pigmentleri bulunur.

Bunun yanı sıra hiçbir üretici firma net olarak kimyasal formüllerini açıklamamıştır<sup>1,25</sup>.

Porselende temel matriksi teşkil eden  $\text{SiO}_4$  (silikon tetrahedra) yapının bazı özelliklerinin modifiye edilmesi amacıyla cam modifiye edici ajanlar (fluxes) adı verilen metal oksitleri ana yapıya katılır. Kalsiyum oksit ( $\text{CaO}$ ), sodyum oksit ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) ve potasyum oksit ( $\text{K}_2\text{O}$ ) gibi modifiye edici ajanlar katılarak ergime derecesinin düşürülmesi, ısısız genişleme katsayısının artırılması amaçlanır. Bu durum ise porselene istenilen şeklin verilmesini güçleştireceği gibi, verilen şeklin fırınlama sırasında stabil kalmasını da güçleştirir. Bu nedenle, porselenin viskozitesini ve direncini artırmak amacıyla "ara oksitler" adı verilen  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ilave edilir. Dental porselende camlaşma reaksiyonunun kolaylaşması için yapıya ayrıca borik oksit ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) ilave edilir. Borik oksit "glassformer" olarak adlandırılır<sup>13,14</sup>.

Kron-köprü protezlerinde kullanılan porselenler, pişirme derecelerine göre 3 sınıfa ayrılır<sup>1</sup>:

Yüksek ısıda pişirilenler: 1290°-1370° C. Büzülmeleri %15'tir. İnley, jaket ve kron-köprülerde kullanılır.

Orta ısıda pişirilenler (Kaolensiz): 1090°-1260° C. Büzülmeleri %15'ten fazladır.

Düşük ısıda pişirilenler (Kaolensiz): 870°-1070° C. Büzülmeleri %30-35 arasındadır. Faset yapımında kullanılırlar.

Porselenler, kullanıldıkları yere göre 3'e ayrılırlar<sup>13,14</sup>:

Dentin porseleni: Dentin rengini vermek için kullanılır.

Mine porseleni: Mine rengini vermek için kullanılır.

Opak porselen: Metal alt yapıyı maskelemek için kullanılır. Çok küçük partiküllere sahiptir ve öğütülmüş küçük metal oksit içerir.

Glaze: Bu bileşikler, gliserol denen yavaş kuruyan bir likitle karıştırılır. Yüzeğe ince bir tabaka halinde sürülür.

Porselenlerde çok iyi yapılan kondansasyon, büzülme %10 azaltır. Büzülmede en etkili faktör büyüklüktür. Hacim %10 büyük tutularak bu büzülme tolere edilmeye çalışılır. Porselen akışkanlığını artırmak için eritkenler kullanılır. Bunlar sodyum ve potasyum karbonat, boraks, cam ve kurşun oksittir<sup>13,14</sup>.

Porselende bağların kuvvetli ve kompleks olması dolayısıyla reaksiyon yavaştır. Atomik soğuma hızı yavaş ve soğumada kristalin yapı yerine sıvı yapı olduğundan katılaşma meydana gelir. Bu yapılar camsı yapılardır. Sıkıştırma, basma kuvvetlerine dirençli olmalarına karşın, çekme gibi kuvvetlere karşı daha zayıftırlar<sup>13,14</sup>.

Porselen hamuru saf su veya özel likidi ile karıştırılır. Özel likit ile karıştırıldığında daha yapışkan bir hamur oluşur. Porselen hamuru fazla sulu hazırlanmamalı, suyu temiz bir bezle alınmalı, vibrasyon altında çalışılmalı ve pişirme, vakum altında gerçekleştirilmelidir. Vakumlu fırınlarda pişirilen porselen daha dirençli ve pürüzsüz bir yapıya sahiptir<sup>13,14,40</sup>.

Porselenler, alerjik etki oluşturmaz, yüzeyde plak oluşmaz, korozyona uğramaz. Isıyı kötü iletir,  $\alpha$  ışınlarını orta derecede geçirir. Mineden serttir. Ağız dokularına iyi uyum gösterir. Estetik mükemmel olarak sağlanır. Ancak glaze'den sonra aşındırma yapılacak olursa, bu bölgede leke ve çatlaklar meydana gelir. Porselen kütlesi, üzerinde

düzensizliklere bağlı olarak oluşan gerilimler sonucunda çatlaklar oluşur. Ayrıca maddenin plastisitesi olmadığı için sürekli baskı karşısında kısa sürede daha uzun çatlak ve kırıklar oluşur<sup>14,34</sup>.

Dışhekimliğinde porselen uygulamaları iki şekilde yapılmaktadır.

A-Alümina Porselen

B-Metal Destekli Porselen

#### ALÜMİNA PORSELEN:

Metal destekli olmayan porselenlerde porselen alümina' dan ( $Al_2O_3$ ) elde edilir. Porselen bünyesindeki cam yapıya güçlendirici madde olarak %40-50 oranında alümina kristallerinin kimyasal olarak bağlanması sonucu oluşurlar. Yapılan araştırmalar sonucunda alümina porselenlerin normal porselen jaketlere oranla %50 daha fazla dirençli olduğu ortaya konulmuştur. Alümina porselenlerin basınçlara direncini artıran faktör alümina' nın, porselenle kimyasal olarak birleşmesidir. Porselende başlayan çatlağın alümina kristallerine de geçmesi gerekir. Çok sert olan alümina kristalleri çatlağın ilerlemesini engeller.

Direnç bakımından büyük avantaj sağlayan alümina porselen, alümina' nın etkisi ile porselenin canlı görüntüsünü sağlayan şeffaflığını ortadan kaldırarak opaklaştırmaktadır. Alümina porselene desteklik yapması için 20/1000 mm' lik platin matriks kullanılır. Platin matriks üzerine alümina porselen yığılarak alt yapı hazırlanır. Daha sonra gövde porseleni, servikal porselen ve mine porseleni yerleştirilir ve  $1120^{\circ} C$ ' de fırınlanır. En son glaze yapılır ve platin matriks çıkarılır<sup>14,25</sup>.

## METAL DESTEKLİ PORSELENLER:

Metal-porselen restorasyonlar, rijit bir karaktere sahip metal alt yapı ile kırılğan bir yapıya sahip porselenin bağlanması şeklinde oluşur. Porselene destek olacak alaşımlar iki grupta toplanır<sup>25</sup>:

### 1- Kıymetli (Soy) metal alaşımlar

#### I-Yüksek altın ihtiva edenler

a- Altın- platin- palladyum alaşımları (Au-Pt-Pa)

b- Altın- platin- tantalyum alaşımları (Au-Pt-Ta)

#### II-Düşük altın ihtiva edenler

Altın- palladyum- gümüş alaşımları (Au-Pa-Ag)

#### III-Altın ihtiva etmeyenler

Palladyum- gümüş alaşımları (Pa-Ag)

### 2- Kıymetsiz (Soy olmayan) metal alaşımlar

I- Krom-nikel alaşımları (Ni-Cr)

II- Krom-kobalt alaşımları (Cr-Co)

Kıymetsiz metal alaşımlarının elastik modülleri yüksektir. Serttir.

Uzun köprülerde altın- palladyum alaşımına göre ucuz olmalarından dolayı tercih edilirler. Ancak bu tip metallerde kole adaptasyon bozukluğu ortaya çıkabilir. Özellikle nikel ve kroma karşı alerji söz konusu olabilir. Ayrıca dişetinde gri bir görünüme neden olur. Nikel alerjisi ve berilyumun zehirleyici etkisi dezavantajlarıdır. Yüzey oksidasyonu sonrasında çok kalın oksit tabakası oluşur, bu porselenle olan bağlantıyı zayıflatır. Oksitlenmeden sonra dentin porseleni sürülerek oksit tabakası inceltilmeye çalışılır<sup>25</sup>.

Metal destekli porselen uygulamasında, metal koping üzerine kumlama ile mekanik tutuculuğu artırıcı işlem yapılır. Su ile yıkanır. Metalin rengini ortadan kaldıracak opak tabakası hazırlanır. Opak porselen metal üzerine sürülür. Fırınlanır. Oksitler içeri doğru nüfuz eder ve

kimyasal tutuculuk sağlanır. İkinci pişirmede dental porselen konur, yine ağ şeklinde metalden porselele uzanan oksitlerle tutuculuk sağlanır<sup>25</sup>.

Özellikle porselen- metal restorasyonlarda döküm sonrası H<sub>2</sub> gazı erimiş halde alaşım içine nüfuz eder. Bu gaz alaşım içinde bırakılacak olursa, metalle porselen arasındaki bağlantı zayıflar ve porselen içinde hava kabarcıklarına neden olur. Bu nedenle, porselen fırınlanmadan önce metalde degassing işlemi yapılmalıdır. Ayrıca, alaşım içindeki bakır ve kalay, indium' un okside olmasını sağlar. Bu oksidasyon, metal-porselen arasındaki bağlantıyı artırır<sup>25</sup>.

Metal - porselen restorasyonların başarısı, metal ile porselen arasındaki bağın sıklığına bağlıdır. Metal - porselen bağlanma 3 komponentten oluşur<sup>25,40</sup>:

1-Mekanik bağlantı

2-Kimyasal bağlantı

3-Sıkışma tarzda bağlantı(Compression)

1- Mekanik bağlantı:

Yüzey gerilimi sayesinde, alüminyum oksit ile pürüzlendirilen metal yüzeyi ile porselen arasında mekanik bir kilitleme meydana gelir. Metal yüzeyinin kontaminasyonu ve pürüzlendirmenin miktarı bağlantıda etkin rol oynar. Bu iç kilitleme sonucunda oluşan mekanik bağ, porselenin makaslama kuvvetlerine karşı direncini artırır<sup>25,40</sup>.

2- Kimyasal bağlantı:

Metal yüzeyinde oluşan oksit tabakasındaki demir atomları ile porselen içindeki oksijen atomlarının kimyasal olarak birbirine bağlanması ile sağlanır. Kimyasal bağlantıda rol oynayan bir faktör de Van Der Walls kuvvetleridir. Bu, temasta olan farklı moleküllerin birbirini çekme özelliğidir. Metal porselen bağlantısında direk olarak önemli olmamakla birlikte, Van Der Walls kuvvetlerinin yüksek olması sayesinde, metal ve



porcelen molekülleri çok sıkı bir temasa gelerek kimyasal bağlantının daha iyi gerçekleşmesi sağlanır. Bu nedenle kimyasal bağlantıda önemli rol oynar<sup>25</sup>.

### 3- Sıkışma tarzda bağlantı:

Metalin ısısal genişmesi porcelenden daha fazladır. Metal ile porcelen fırınlandıktan sonra soğuma esnasında her ikisi de büzölmeye başlar. Porcelene göre daha hızlı büzölen metalde bir gerilim (tension), porcelende ise bir sıkışma oluşur. Porcelen, sıkışma türü streslere, gerilme streslerine oranla 50 kat daha dayanıklıdır. Bu tip bir bağlantının kurulabilmesi için, metalin ısısal genişleme katsayısının porcelenden yaklaşık  $x 10^{-6} / c$  fazla olması gerekir<sup>25</sup>.

### Metal – Porcelen Bağlantısında Ayrılma Şekilleri:

Metal destekli porcelen restorasyonlarda en önemli başarısızlık nedenlerinden birisi, metal-porcelen arasındaki bağlantının yeterli olmayışına bağlı olarak porcelenin metalden ayrılmasıdır. Ağızda oluşan değişik stresslere metal alt yapı deforme olmadan direnç gösterse bile, eğer metal-porcelen bağlantısı iyi değilse çok hafif bir kuvvetle bile porcelen kırılabilir. Metal ile porcelen bağlantısında koheziv başarısızlık, porcelen veya metal içerisinde meydana gelirken, adesiv başarısızlık, porcelen metal ara yüzeyinde meydana gelir. O'Brien, genellikle kohesiv başarısızlığın altın alaşımlarda, adesiv başarısızlığın ise soy olmayan metal alaşımlarda ortaya çıktığını belirtmiş ve metal porcelen bağlantısındaki başarısızlıkları 6 grupta toplamıştır<sup>14,25</sup>.

1- Metal – porcelen ayrılması: Bu tip başarısızlığa oksit tabakasının oluşmaması veya kontamine olması veya pöröz yapısı neden olur.

2- Metal oksit – porcelen ayrılması: Değersiz metal alaşımlarda en çok görölen başarısızlıktır. Porcelen metal oksitten ayrılır.

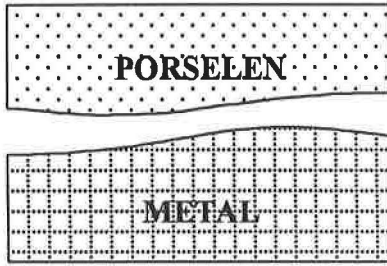
3- Metal - metal oksit ayrılması: Çok fazla oksit tabakası oluştuğunda değersiz metallerde çok görülür.

4- Metal oksit - metal oksit ayrılması: Oksit miktarının fazla olması nedeniyle oluşur.

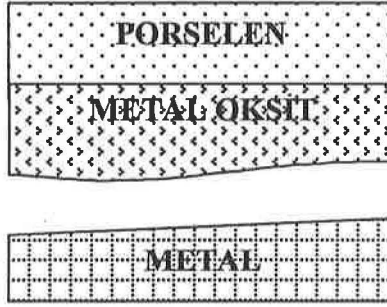
5- Koheziv olarak porselen bünyesinde ayrılma: Porselende gerilim tipi stresler oluştuğunda ortaya çıkar. Yüksek altın alaşımı kullanılan restorasyonlarda en sık görülen başarısızlık tipidir.

6- Metalin kendi bünyesinde kırılması: Köprülerde daha çok gövde ile destek dış birleşim yerlerinde oluşur<sup>14,31</sup> (Şekil 1).

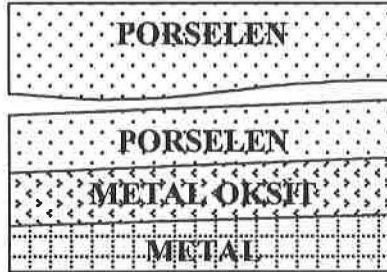
Şekil 1: Porselen-Metal ayrılma tipleri



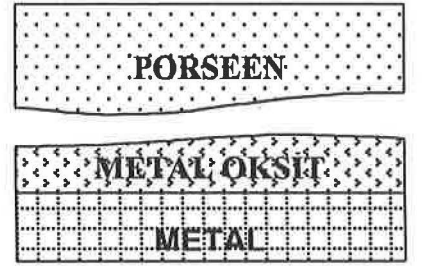
1- Metal-porselen



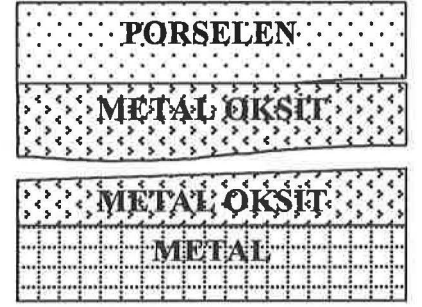
3- Metal-Metal oksit



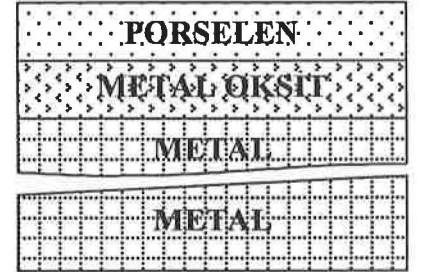
5- Porselen bünyesinde ayrılma



2- Metal oksit-porselen



4- Metal oksit-metal oksit



6- Metal bünyesinde ayrılma

Klinik olarak dental porselenin başarısızlığı, hatalı manüplasyon, kondansasyon ve fırınlama yöntemlerinin yanı sıra, restorasyonun alttaki sağlıklı diş dokusu tarafından veya metal coping tarafından iyi bir şekilde desteklenmemesine de bağlıdır. Metal destekli porselen restorasyonların başarısızlık sebepleri olarak metal ve porselenin ısısız genleşmelerindeki uyumsuzluk, uygun olmayan pişirme ve soğutma metotları, uygun olmayan materyal kombinasyonu, hatalı alt yapı dizaynı, laboratuvar hataları ve aşırı okluzal kuvvetler sayılabilir<sup>1,13,15,25,29,34,40</sup>.

Porselen restorasyonlar, baskı tipi kuvvetlere karşı dayanıklı fakat gerilim ve kesme tipi kuvvetlere karşı zayıftır. Bu nedenle diş sıkma gibi istem dışı alışkanlıkları olan kişilerde, oluşabilecek çatlaklara aşırı yük binmesinden dolayı kırılmalar ortaya çıkar<sup>1,15,34,40</sup>.

Porselen restorasyonların kırılmasında ısısız uyumsuzluk önemli yer tutar. Metal ve porselen yapıların ısısız uyumluluğu, sadece her iki materyalin ısısız genleşme ve büzülme katsayılarına bağlı değildir. Aynı zamanda protezin şekli, porselenin ve metalin gerilim direnci, metal-porselen kalınlık oranı, ısıtma ve soğutma hızları, ısısız iletkenlik ve yayılma özelliği ve kullanılan metal ve porselenin yapısına bağlıdır. Genel olarak, metal alaşım ve porselenin ısısız genleşme katsayılarının birbirine yakın olması istenirse de, metalin büzülmesinin porsele göre biraz fazla olmasının, bağlantıda porselen lehine bir baskı gerilimi oluşturacağı düşünülür<sup>1,40</sup>.

Aşırı baskı nedeniyle kırılma, genellikle porselenin iç yüzeyinde veya kesici kenarlarında oluşur. Çoğunlukla metal ve porselen arasında, bu bölgedeki yüksek bağlanma dirençlerinden dolayı kırık oluşmamakla beraber, eğer bağlanma direnci, bu bölgelerde oluşan ısısız uyumsuzluğa bağlı artık gerilimlerden daha düşük ise, porselen metalden ayrılabilir. Kırılma, porselen tabakasının kalınlığı ile de ilişkilidir. Metal kalınlığı için

0.3-0.5 mm, porselen kalınlığı içinde 1.5-2 mm ideal kalınlık olarak kabul edilir<sup>1,14</sup>.

Metal porselen bağlantısında ortaya çıkabilecek başarısızlıkları azaltmak için dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekilde sınıflandırılabilir<sup>35</sup>:

1- Bir kere dökülmüş metalin minör elementlerinde farklılıklar oluşur. Bu nedenle en az %50 yeni metal eklenmeden ikinci döküm yapılmamalıdır.

2- Metaldeki gazların dışarı çıkabilmesi için vakum çok önemlidir. Aksi takdirde porselen bağlantısında yüksek derecede porözite oluşarak dayanıklılığı çok azaltır.

3- Mekanik bağlantı için 30 mikronluk alüminyum oksit kumlama gereklidir.

4- Metal kopingi temizlemek için kuvvetli asit solüsyonlarının kullanılması metal yüzeyindeki oksit miktarını azaltarak bağlantıyı olumsuz etkiler.

5- Metal copingin porselen yığılmadan önce herhangi bir şekilde kontamine olmaması gerekir.

Metal destekli porselen restorasyonlar simante edildikten sonra bir başarısızlıkla karşılaşıldığında, öncelikle bu duruma neden olabilecek etkenler dikkatle araştırılmalıdır. Kötü bir tasarım, uygun olmayan bir endikasyon söz konusu ise restorasyonun yenilenmesi en ideal çözüm olmakla beraber, böyle bir karar vermek hasta ve hekim için oldukça zordur. Restorasyonun yeniden yapılması, yeni bir mali külfet ve zaman gerektirecek, restorasyonun sökülmesi sırasındaki travma ve güçlük gibi problemleri de beraberinde getirecektir. Ancak herhangi bir teknikle tamir yolu seçilecekse, mevcut restorasyonun, biyolojik ve mekanik gereksinimleri karşılayabilecek yeterlilikte ve optimum şartlara sahip olması şarttır. Porselendeki kırılma, bir prematür kontakt veya uygun

olmayan bir okluzal çatışma nedeniyle meydana gelmişse, aşındırma yoluyla bu durum düzeltilebilir<sup>3,7,15,21</sup>.

Porselen Tamir Yöntemleri:

A-Porselen restorasyonların ağızdan sökülerek tamiri:

Kırılan porselen restorasyon ağızdan kolayca sökülebilecek durumda ise, hasar gören kron veya köprü yerinden çıkarılarak laboratuarda porselen ilavesi ve fırınlama yoluyla tamir edilebilir. Porselen köprülerin minimum zararla sökülebilmesi için ligatür telleri yardımıyla çıkarılması önerilmektedir. Porselen restorasyonlarda kırık alanı çok büyük ve porselen ilavesi ile tamiri olanaksız ise porselen tümüyle metal yüzeyinden kaldırılıp, metalin uyumu kontrol edildikten sonra yeni porselen fırınlanır<sup>35</sup>.

B-Ağız içi Porselen Tamiri:

Yapılan porselen restorasyonun klinik şartları kabul edilebilir bir seviyede ise, köprünün veya kronun kırılma riskini göze alarak sökmek yerine ağız içi tamir yoluna gidilir. Bu amaçla geliştirilmiş değişik ağız içi tamir tipleri vardır. Tamir işleminde restoratif materyal olarak genellikle kompozit resinler kullanılır<sup>3,15,21</sup>.

Bütün tamir yöntemlerinde belirli bazı temel prensipler mevcuttur<sup>9,10,23,35,38,39</sup>:

- 1- Diş ve çevre dişler temizlendikten sonra uygun renk tespit edilir.
- 2- Kırık bölgesinde kalan ince ve sivri kenarlar düzeltilerek düzgün bir yüzey elde edilir.
- 3- Diğer bütün aşamalarda ortamın izole edilmesi gerekir. Bu amaçla hastaya rubber-dam uygulanması önerilir.
- 4- Daha sonra yüzeyin pürüzlendirilmesi işlemlerine geçilir. Pürüzlendirme işlemi mekanik tutuculuk için gereklidir ve bu amaçla kullanılan birkaç değişik yöntem vardır:

a-Elmas frezle pürüzlendirme

b-Alüminyum oksit kumlama

c-Asitle pürüzlendirme

Bu yöntem için kullanılan asitler:

Hidroflorik asit (HF), Asitlendirilmiş fosfat floriddir (APF).

d-Bu yöntemlerden birkaçının bir arada kullanılması.

Bu yöntemlerden hangisinin daha etkili olduğu konusunda yapılmış birçok araştırma mevcuttur. Elektron mikroskopunda Hidroflorik asidin daha fazla pürüzlülük oluşturduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca elmas frezle pürüzlendirme + hidroflorik asit uygulanmasının klinik açıdan en yüksek değeri verdiği bildirilmiştir. Ancak bazı araştırmacılar asitlendirilmiş fosfat florid uygulanması ve alüminyum oksit kumlama yöntemleri ile de yeterli adezyonun sağlandığını, bu nedenle klinikte zararlı etkileri olan hidroflorik asidin kullanımına gerek olmadığını savunmuşlardır<sup>10,39</sup>.

5- Bir sonraki aşama yüzeylere silan uygulanmasıdır. Silan bağlayıcı ajanlar metal-kompozit resin, porselen-kompozit resin arasında kimyasal bağlanmayı sağlayarak porselen tamirinde anahtar rolü oynamaktadır. Silan bağlayıcı ajanlar etkilerini, silicoating tekniğindeki metal yapının bir dizi kimyasal işleme tabi tutularak, esas yapısı cam olan, SiO-C tabakası ile kaplanması ve silanın, metal yüzeyi üzerindeki bu camsı tabaka ile kompozit resin arasında bir ara tabaka gibi kullanılmasıyla göstermektedir. Kompozit resin, SiO-C tabakasına direkt yapışmaz, çünkü silan bir yapışma ajanı gibi SiO-C tabakasının yüzeyini kaplar ve bu tabaka, SiO-C tabakası ile kompozit resinin kimyasal bağlantısını sağlar<sup>10,23</sup>.

6- Daha sonra bonding ajan bölgeye sürülür, artıklar kaldırılır ve polimerizasyonu sağlanır.

7- Kompozit resinle restorasyon tamamlanır.

8- Bitirme ve parlatma işlemleri yapılır<sup>10,23,39</sup>.

Porselen - kompozit resin bağlantısında uygulanan işlemlere benzer işlemler metal açığa çıktığında da uygulanır. Yüksek devirli bir elmas frezle artık porselen temizlenir ve kırık hattındaki porselende frezle bir basamak oluşturulur. Metal rengini gizlemek için uygun renkte opaker sürülür. Yüzey hazırlığını takiben sırasıyla silan, adesiv son olarak ta kompozit resin uygulanır. Bitirme ve parlatma işlemleri yapılır<sup>10</sup>.

Uygulanacak tamir yönteminde çatlak ve kırığın büyüklüğü, metal yüzeyinin açığa çıkıp çıkmadığı ve kırılan parçanın durumu önemlidir. Değişik şekilde oluşan kırık tipleri için değişik tamir yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemler<sup>9,10,35,38</sup>:

- 1- Kırılan parçanın kompozit resinle yerine yapıştırılması
- 2- Kompozit resinle direkt ağız içi tamir
- 3- Pin tutuculu metal-porselen dökümlerle indirekt tamir
- 4- Kırılan ünitenin üzerine döküm metal kaplama ile indirekt tamir (overcasting)
- 5- İndirekt yolla hazırlanan porselen materyali ile yapılan tamir.

#### **Kırılan Parçanın Kompozit Resinle Yapıştırılması :**

Metal porselen restorasyonlarda meydana gelen kırılma, porselen bünyesinde ayrılma şeklinde olmuşsa ve ayrılan parça eksiksiz bir şekilde yerine uyuyorsa yapılacak işlem şu şekildedir. Yapıştırılacak olan her iki porselen yüzeyi mekanik olarak pürüzlendirilir. Yıkanır ve kurutulur. Kurutulan yüzeylere silan bağlayıcı ajan sürülür ve hava ile kurutulur. Daha sonra yapıştırıcı kompozit resin simanın bonding ajanı, ince bir tabaka halinde sürülerek polimerize edilir ve ince bir tabaka halinde dual kompozit resin araya yerleştirilerek kırık parça yerine oturtulur. Çeşitli yönlerden kompozit resinin polimerizasyonu sağlandıktan sonra, yapışma sınırı ince zımpara disk ve lastiklerle parlatılır<sup>34,35,37</sup>.



### **Kompozit Resinlerle Direkt Ağz içi Tamir :**

Porselende meydana gelen kırılma ve ayrılma sonucu, kırılan parça mevcut değilse veya küçük parçalar halinde kopmuş ise, ortaya çıkan madde kaybı ışınla sertleşen uygun renkteki kompozit resinlerle tamir edilebilir. Bu amaç için üretilmiş özel porselen tamir kitleri mevcuttur. Bu tür tamir kitlerinin içinde, porselenle kompozit resinin bağlantısını sağlayacak olan silan bağlayıcı ajanları da vardır. Mekanik pürüzlendirme ve silan uygulamasından sonra bonding ajan sürülür, ışınlanır ve üzerine uygun renkteki kompozit resin materyali şekillendirilerek ışınla polimerize edilir. Son olarak polisaj yapılarak işlem tamamlanır<sup>35</sup>.

Tamir işlemi tamamlandıktan sonra oklüzyon kontrol edilmeli ve hasta özellikle ilk 72 saat bu bölgeye özen göstermesi konusunda uyarılmalıdır. Aşırı basınçlardan ve insizal şoklardan kaçınmalıdır<sup>34,35</sup>.

### **Pin Tutuculu Metal-Porselen Dökümlerle İndirekt Tamir :**

Bu yöntem genellikle metal-porselen köprülerde gövde porselenin büyük hasar gördüğü ve metal yüzeyinin tamamen açığa çıktığı, porselen fasetin ayrıldığı hallerde uygulanır. Metal yüzeyinde tutuculuk sağlamak amacıyla, metal bünyesinde küçük pin yuvaları açılarak, buralara uyan ince plastik kıllar yerleştirilir. Bu şekilde alınan ölçüden elde edilen model üzerinde, eksik olan kısmı tamamlayacak şekilde ince bir metal faset dökülür. Bu metal alt yapı üzerine porselen pişirilerek pin destekli bir ek hazırlanmış olur. Bu ek kırık bölgeye simante edildiğinde tamir işlemi tamamlanır<sup>34,35</sup>.

### **Kırılan Ünitinin Üzerine Döküm Metal - Porselen Kaplama ile İndirekt Tamir (Overcasting):**

Bu teknik genellikle gövde kırıkları üzerine uygulanır. Porselende kırık olan ünitinin fasial ve lingual yüzeyleri, metal perfore edilmeden tamir restorasyonu için hazırlanır. Yapılacak işlemde, geride kalmış



porcelenin kaldırılarak, döküme istenilen kalınlığın sağlanmasına dikkat edilmelidir. Okluzo-gingival yüksekliği fazla azaltmaksızın okluzal açıklık yaklaşık 2 mm olmalıdır. Aksi taktirde porcelende kırılmalar olabilir. Elastomerik ölçü materyali ile prepare edilmiş ünitenin ölçüsü alınır ve karşıt çenenin modeli ile birlikte artikülatöre nakledilir. 0,2- 0,3 mm kalınlığında metal restorasyon dökülür ve porcelenle kaplanır. Döküm metal parlatılır, porcelene glaze yapılır ve hazırlanan bu kron kırık bölgeye simante edilerek tamir işleminin tamamlanır. Ancak bu uygulamalarda köprü bağlantılarının zayıflaması ve yeterli olmayan interokluzal aralık gibi problemler ortaya çıkabilir<sup>35</sup>.

### **İndirekt Yolla Hazırlanan Porcelen Materyali ile Yapılan Tamir:**

Kırılan parçanın üzerine döküm metal-porcelen kaplama ile tamir yönteminde hem metal hem de porcelen için yeterli yer bulmak her zaman mümkün olmayabilir. Bu nedenle benzer bir yaklaşımla dökülebilir porcelenle hazırlanan overcasting benzeri porcelen üst yapılar, kırılan kısmını tamamlamak üzere laboratuarda indirekt olarak hazırlanır ve kırık ünite üzerine dual kompozit resin simanlar ile asit etching ve siman bağlantısı aracılığı ile yapıştırılır. Porcelen yüzeyinde yapıştırılacak parçaya mesafe kazandırmak için preparasyon yapılır. Daha sonra silikon ölçü maddeleri ile bir ölçü alınır ve bu ölçü yardımı ile refractory die elde edilir. Bu die üzerinde eksik olan kron konturu bir kabuk şeklinde hazırlanır. Bu tamir porceleni sanki yerinden çıkmış bir kırık parça gibi orijinal yerine dual kompozit resin simanlarla yapıştırılır ve birleşme hattı zımpara disk ve lastiklerle parlatılır<sup>35</sup>.

İndirekt yolla overcasting tarzında yapılan tamir yöntemlerini, köprü gövdelerinde uygulamak daha mümkündür. Köprü desteklerinde ise bu tür üst yapılar için yer sağlamak güçtür. Bu nedenle küçük parçalı kırıklarda direkt kompozit resinler ile tamir yöntemi uygulanır.

Porselen tamir işlemleri sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır<sup>9,10,38</sup>:

- 1- Polimerizasyon boyunca kompozit resinde oluşan büzülme, kimyasal bağlanmayı etkileyebileceğinden, kompozit resinin mümkün olduğunca ince tabakalar halinde uygulanması bu etkiyi azaltacaktır.
- 2- İşlem boyunca tükürük, kan veya su kontaminasyonundan kaçınılmalıdır.
- 3- Çoğu vakalarda metal üzerinde ince bir porselen tabakasının kaldığı ve bu tabaka üzerinde bir renkleşmenin olduğu görülür. Bu durumda yüzeyin frezlerle kaldırılması gereklidir.
- 4- Okluzyon kontrol edilmelidir.
- 5- Silan bağlayıcı ajan ve porselen arasındaki kimyasal bağlanma yavaş olarak geliştiği için, hasta ilk birkaç gün tamir edilmiş ünite üzerine fazla basınç gelmemesine dikkat etmelidir.

#### KOMPOZİT RESİN

Organik ve inorganik maddelerin birleşiminden meydana gelmiş restoratif materyaldir. Kompozit resinlerin organik kısımlarını yapay reçineler oluşturur, organik matrikse çeşitli inorganik maddeler katılır. Bunlar inorganik cam partikülleri, kuartz, alüminyum, bor-silikat, hidroksiapatit ve fosfattır<sup>6,12,13,14,25</sup>.

Organik silisyum bağlarının kullanılması, kompozit resin dolgu maddelerinin en önemli özelliğidir. İnorganik partiküllerin yüzeyi ile "dimethyldiclorosilane" arasındaki kimyasal reaksiyon, organik polimerlerin adezyonu için çok iyi bir baz olarak hizmet eden yeni bir reaksiyon yüzeyi oluşturur. Yüksek mekanik özellikleri, düşük genleşme katsayıları, uygulama sırasında düşük boyutsal değişim, abrazyona yüksek

direnç ve mükemmel estetik yapılarıyla kompozit resinler restoratif dişhekimliğinde kullanılmaktadır<sup>12,14</sup>.

Kompozit resinler, doldurucunun partikül büyüklüğüne göre 3'e ayrılır<sup>6,27,40</sup>:

- 1- Küçültülmüş dolduruculu sistemler (1-5 $\mu$ m)
- 2- Mikro dolduruculu sistemler (0.01-0.04 $\mu$ m)
- 3- Karışık (Hibrid) tip dolduruculu sistemler (0.04-5 $\mu$ m) (0.01-0.04 $\mu$ m) + (1-5 $\mu$ m)

Günümüzde kullanılan kompozit resin tipleri çoğunlukla ara dolduruculu partiküllerin arasındaki boşluğun, mikro doldurucularla doldurulduğu hibrid tiplerdir<sup>25,27</sup>.

Hibrid tipte yüzey düzgünlüğü, makro dolduruculu kompozit resinlerden daha üstün, mikro dolduruculu kompozit resinlerden daha zayıftır. Fiziksel özellikleri mikro dolduruculu sistemlerden yüksek, makro dolduruculu sistemlere yakındır. Ek olarak, bağlanmış doldurucu miktarı arttıkça çiğneme basıncına direncin de arttığı görülmüştür<sup>6,12,13</sup>.

Porselen tamir işlemlerinde asit ile pürüzlendirme işlemi uygulanmaktadır. Küçük partikül yapısına sahip ve hibrid kompozit resinler, asit uygulamalarında mikromekanik retansiyon gösterebilmektedirler. Ayrıca bu tür kompozit resinlere bağlantı gücünü artırabilmek için silan uygulanabilmektedir. Silan kimyasal olarak kompozit resin içindeki cam partiküllerine bağlanabilmektedir<sup>25</sup>.

Tamir işlemi için kullanılan kompozit resinler değişik renklerde ve ince olarak hazırlanabilmektedirler. Bunların yüksek ıslatma kapasiteleri mekanik gücü artırır, ayrıca su emmemeleri, rengini koruyabilmeleri ve toksik olmayışları avantajlarıdır<sup>36</sup>.

## ADESİVLER

Günümüzde geleneksel mekanik metotlarla restoratif materyallerin bağlanması, yerini geniş ölçüde adeziv restoratif tekniklere bırakmıştır. Mine yüzeyine adezyonu, dentin yüzeyine adezyon takip etmiştir. Basit bonding ajanlar geliştirilerek birkaç aşamalı, daha komplike adeziv sistemler geliştirilmiştir. Günümüzde mineye, dentine, amalgama, metale ve porselene adezyonu sağlayacak "universal", "all", "multi-purpose" isimleriyle anılan gelişmiş adezivler hizmete sunulmuştur<sup>26</sup>.

Adesivler, dişhekimliğinde kırılan, erozyona veya abrazyona uğrayan dişlerde konservatif amaçlı olarak kullanılır. Dişlerin estetik olarak renk, şekil ve pozisyon bozukluklarında restoratif materyallerle yeniden şekillendirilmesini sağlar. Ön veya arka bölgede veneer, inlay veya onlay tipi restorasyonların bağlayıcı kompozit resinlerle simantasyonunu sağlar. Bunların yanında, ortodontik braketlerin yapıştırılmasında, periodontal veya ortodontik splintlerde ve porselen kron veya köprü restorasyonlarının kırık tamirinde kullanılır<sup>26</sup>.

## SİLAN

Yapışma gücünü artırmak için porselen ile bonding arasında kullanılan bir materyaldir. Silanın porselen-kompozit resin bağlantısını % 25 oranında artırdığı savunulmaktadır. Silanın organik ve inorganik kısımlara kimyasal olarak bağlanabilme özelliği vardır. Porselendeki inorganik kısım ile reaksiyona girerken, aynı zamanda resinlerdeki organik kısımlarla da bağlantı sağlar. Porselen - kompozit resin bağlantısında kimyasal bağlantıyı porselenin silika ( $\text{SiO}_2$ ) komponentine hidroliz yoluyla ve rezinlere metakril gruplar aracılığı ile bağlanarak sağlar<sup>4,34,37</sup>.

Sılanın kimyasal formülü  $\text{X}-(\text{CH}_2)\text{Si}-(\text{OR})_3$  şeklindedir. Yapılan bir çok çalışmada teorik olarak silanların kullanılması ile uzun süreli bağlanma sağlandığı ileri sürülmüştür<sup>18</sup>.

## ASİTLER

Dişhekimliğinde asitler, minenin, dentinin, metalin veya porselenin pürüzlendirilmesi amacıyla konservatif, ortodontik ve protetik çalışmalarda önemli yer tutmaktadır. Kullanılan asitin tipi, konsantrasyonu ve kullanım süresi, uygulama bölgesine göre değişir<sup>2</sup>.

Porselen tamirinde yüzey pürüzlülüğü elde etmek amacıyla birçok asit sistemi geliştirilmiştir. Bu asitler arasında en popüler olanı %10' luk Hidroflorik asittir. Hidroflorik asit, jel şeklinde korumalı olarak kullanıma sunulmuştur. Hidroflorik asit, yumuşak dokulara şiddetli şekilde zararlı olabilir, yakıcı etkiye sahiptir. Hidroflorik asidin buharı solunum yoluna irritan olabilir. Bu nedenlerden dolayı çalışma sırasında tam bir izolasyon ve havalandırma gerektirir. Optimum korumanın sağlanabilmesi için asit bariyeri/ nötralize edici ajanlar (Etch Arrest) geliştirilmiştir<sup>2,22,39</sup>.

Hidroflorik asidin riskini gidermek amacıyla, asitlendirilmiş fosfat florid jelleri kullanılabilir. Asitlendirilmiş fosfat florid jeli porselenin cam komponentleri ile etkileşip porselen yüzeyinde pürüzlendirme sağlarlar. Asitlendirilmiş fosfat florid genellikle %1.23 konsantrasyonunda, porselen yüzeyine uygulanmaktadır. Ayrıca literatürde %32' lik fosforik asit de kullanıldığı bildirilmiş, fakat yeterince etkili olmadığı gözlenmiştir<sup>22,37,39</sup>.

## ALUMİNYUM OKSİT

Alüminyum, doğada oksit veya hidroksit halinde bulunur. Dişhekimliğinde, metal veya porselen yüzeylerin pürüzlendirme işlemleri için farklı tipte alüminyum oksit kullanılır. Porselen yüzeylerin pürüzlendirilmesi için, renklenmeye neden olmamak amacıyla beyaz renkte olanları kullanılır. Porselenin ağız içinde pürüzlendirilebilmesi için "Microetcher" aleti geliştirilmiştir. Porselen tamiri amacıyla 50 µm gren büyüklüğünde alüminyum oksit kullanılmaktadır<sup>11</sup>.

## GEREÇ ve YÖNTEM

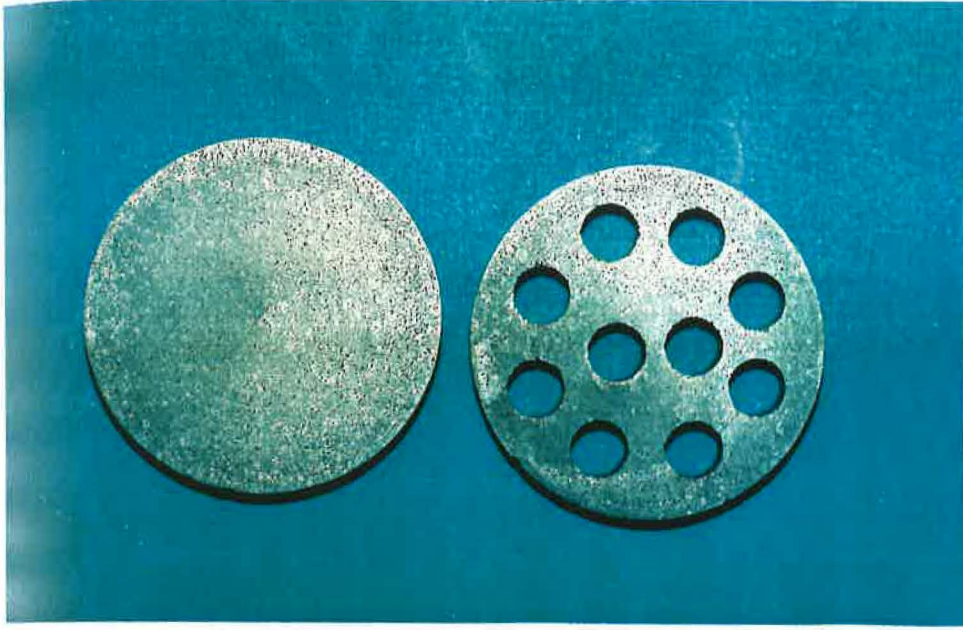
Bu çalışma Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı ve Ortadoğu Teknik Üniversitesi Metalurji Mühendisliğinde gerçekleştirilmiştir.

1cm çapında ve 5mm yüksekliğinde 120 adet dentin porseleninin (Ceremco II Ceremco U.S.A.) diskler halinde hazırlanması amacıyla, grafitten üzerinde 10 adet 11 mm çapında ve 6mm derinliğinde hazneler bulunan disk hazırlandı. Ayrıca porselenin bir yüzeyinin düz olarak elde edilmesi amacıyla düz yüzeyli ikinci bir disk hazırlandı. Grafit disklerin çapları eşit ve porselen fırınının haznesine sığacak şekilde yapıldı (Resim 1).

Porselenin fırınlanması üretici firma önerilerine uygun olarak vakumlu fırında (Progromat P90 Ivoclar Schaan Liechtenstein) 930°C'de yapıldı (Resim 2).

Porselen örnekler çıkarıldıktan sonra oluşabilecek fazlalıklar elmas frezle (No: 2124040 North Bel Italy) giderildi. İşlem uygulanacak yüzey zımparalandı (No:0.0 English Abrasives U.K.). Distile su içerisine konuldu.



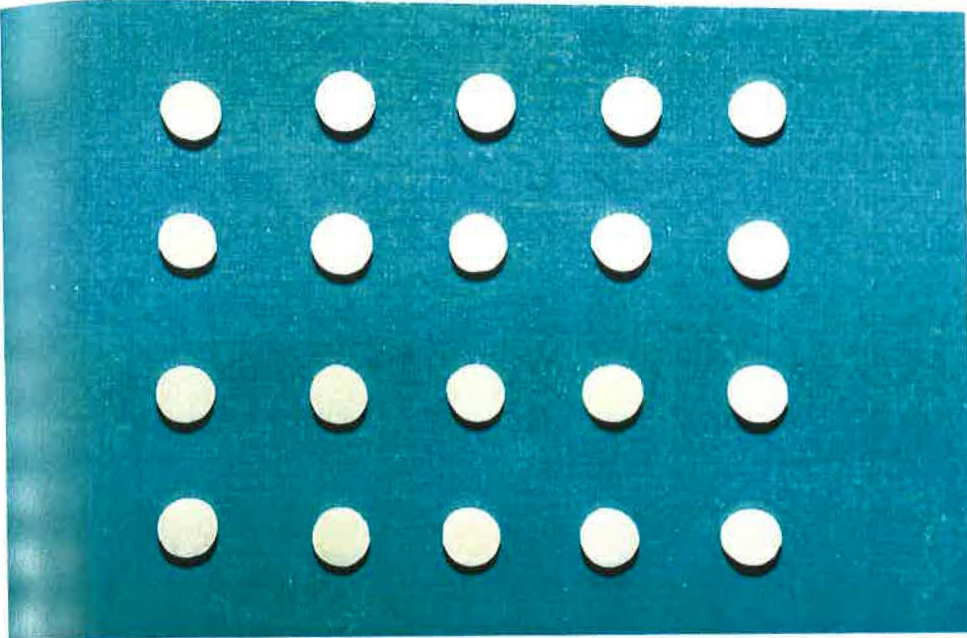


Resim 1: Grafit Kalıp

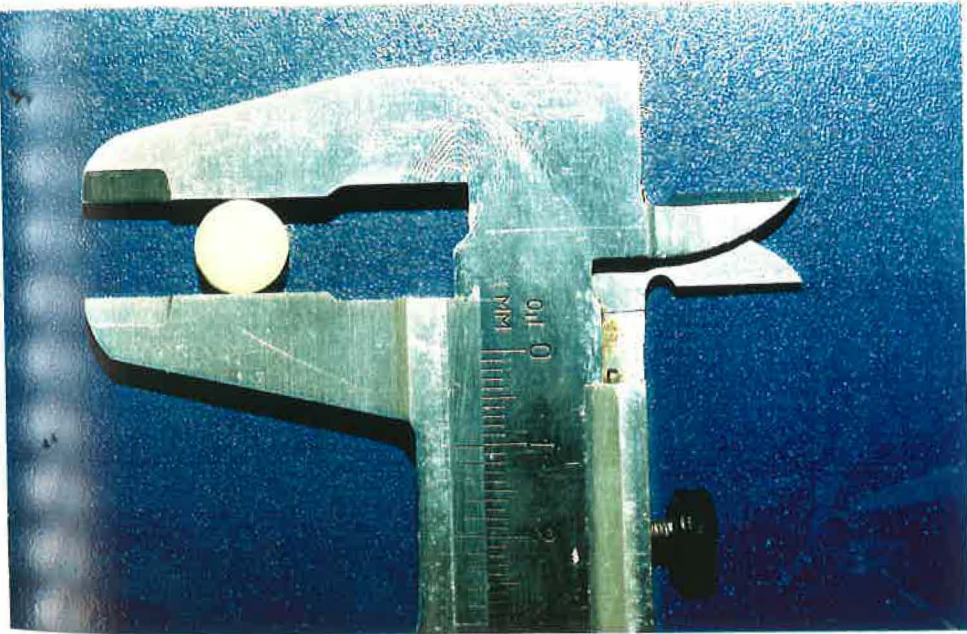


Resim 2: Ivoclar Programat P90 (Ivoclar Schaan Liechtenstein)

İki farklı adesiv sistemle üç farklı yüzey hazırlama şekli arasındaki bağlantının kesme tipi (Shear) kuvvetlere karşı direncini ölçmek amacıyla 120 adet örnek 20' şerli 6 gruba ayrıldı (Resim3,4).



Resim 3: Fırınlanmış porselen örnekler

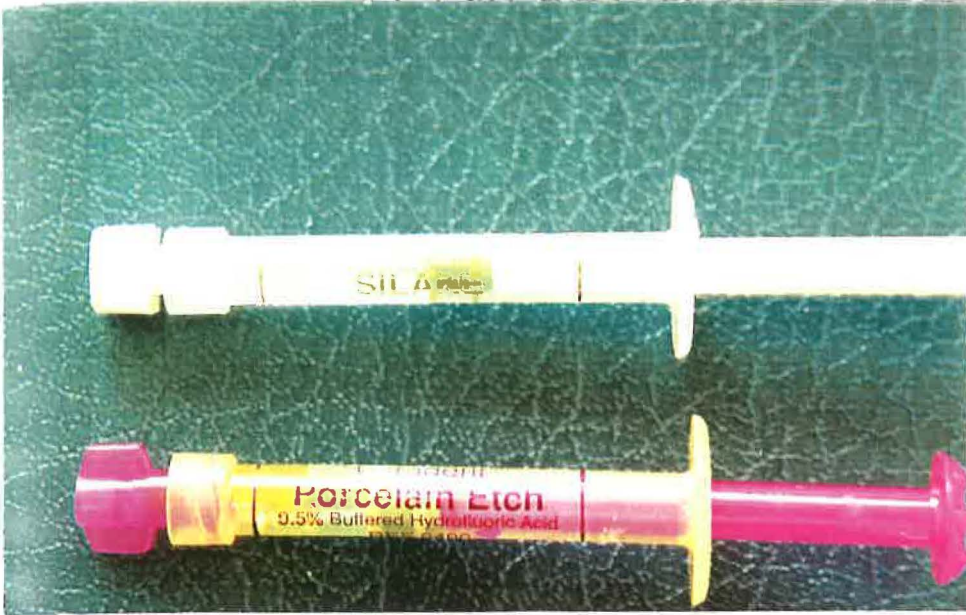


Resim4: Tesviyesi yapılmış porselen disk

#### 1.GRUP:

Porselen yüzeyi hava ile kurutulduktan sonra %10'luk Hidroflorik asit (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) özel fırçası ile yüzeye uygulandı (Resim 5). 1 dakika süreyle beklendikten sonra bol su ile yıkandı ve yağsız hava spreyi ile kurutuldu. Asit uygulanan yüzeyde mat beyaz bir görüntünün oluşması gözlemlendi.





Resim 5: Silan ve Hidroflorik asit (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.)

Bu görüntü elde edildikten sonra yüzeye silan (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) uygulandı ve 1 dakika süreyle beklendikten sonra hava ile kurutuldu (Resim 5). Silan uygulanıp kurutulan yüzeye Permaquik Bonding Resin (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) bir fırça yardımı ile sürüldü, hava ile yüzeye tam olarak yayılması sağlandı (Resim 6). 20 saniye süreyle ışın uygulandı (Heliolux II Vivadent).

Hibrid kompozit resin (Clearfil AP-X Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan) 5mm çapında ve 7mm yüksekliğinde hazır jelatin kapsül içerisine konulduktan sonra, porselen yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirildi (Resim 7). 4 farklı yönden 90 derecelik açıyla 20'şer saniye ve üst taraftan 20 saniye süreyle toplam 100 saniye ışınla polimerize olması sağlandı. Örnekler su içerisine konularak şeffaf kapsüllerin erimesi gözlemlendi. Elde edilen 20 adet örnek distile su içerisinde muhafaza edildi (Resim 8).

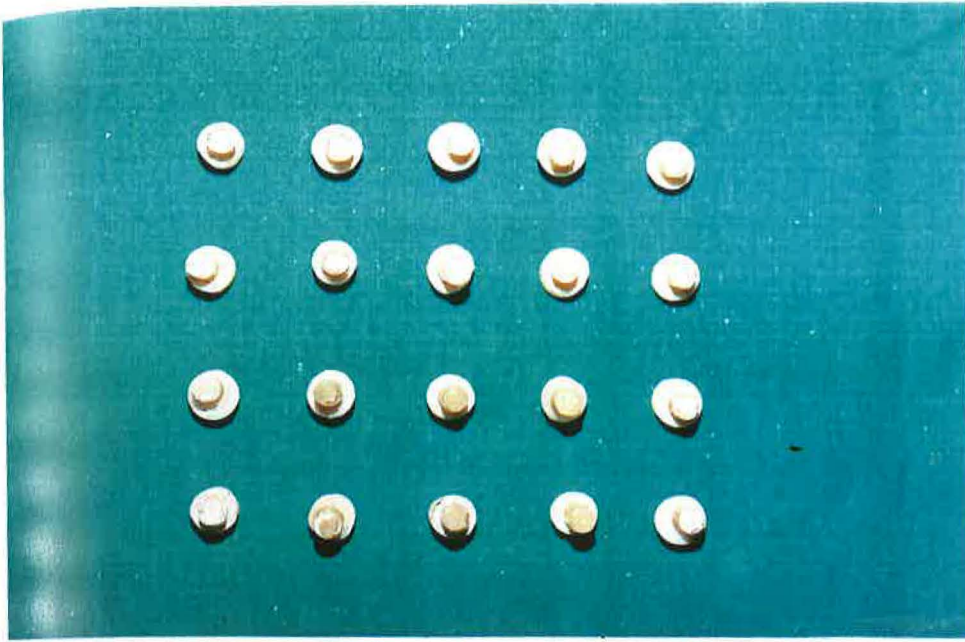


Resim 6: Permaquik Bonding Resin (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.)



Resim 7: Clearfil AP-X (Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan)





Resim 8: Kompozit bağlanmış porselen örnekler

## 2. GRUP:

\* Porselen yüzeyi hava ile kurutulduktan sonra %10'luk Hidroflorik asit (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) özel fırçası ile yüzeye uygulandı. 1 dakika süreyle beklendikten sonra bol su ile yıkandı ve yağsız hava spreyi ile kurutuldu. Asit uygulanan yüzeyde mat beyaz bir görüntünün oluşması gözlemlendi. Bu görüntü elde edildikten sonra yüzeye silan (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) uygulandı ve 1 dakika süreyle beklendikten sonra hava ile kurutuldu. Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan) primeri A ve B eşit oranda 10 saniye süreyle karıştırılarak küçük fırça yardımı ile porselen yüzeyine ince bir tabaka halinde sürüldü. 30 saniye beklendikten sonra yüzeye Clearfil Liner Bond 2 adesiv fırça ile uygulandı, hava spreyi ile tüm yüzeye yayılması sağlandı ve 20 saniye süreyle ışın uygulandı (Resim 9).

Hibrid kompozit resin (Clearfil AP-X Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan) 5mm çapında ve 7mm yüksekliğinde hazır jelatin kapsül içerisine konulduktan sonra, porselen yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirildi. 4 farklı yönden 90 derecelik açıyla 20'şer saniye ve üst taraftan 20 saniye

süreyle toplam 100 saniye ışınla polimerize olması sağlandı. Örnekler su içerisine konularak şeffaf kapsüllerin erimesi gözlemlendi. Elde edilen 20 adet örnek distile su içerisinde muhafaza edildi.



Resim 9: Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan)

### 3. GRUP

Porselen yüzeyi kurutulduktan sonra 50 m $\mu$ 'luk beyaz alüminyum oksit (Bego Germany) ile 10 mm mesafeden 2 barlık basınç altında ve 10 saniye süreyle dairesel hareketlerle kumlama cihazında (Bego Topstar BEGO Germany) pürüzlendirildi. Microetcher' i ağız dışı ortamda taklit etmek amacıyla bu tür noktasal pürüzlendirme yapabilen kumlama cihazı kullanıldı (Resim 10). Örnekler yıkandı ve kurulandı. Yüzeye silan (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) uygulandı ve 1 dakika süreyle beklendikten sonra hava ile kurutuldu. Silan uygulanıp kurutulan yüzeye Permaquik Bonding Resin (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) bir fırça yardımı ile sürüldü, hava ile yüzeye tam olarak yayılması sağlandı. 20 saniye süreyle ışın uygulandı.





Resim 10: Kumlama cihazı (Bego Topstar BEGO Germany)

Hibrid kompozit resin (Clearfil AP-X Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan) 5mm çapında ve 7mm yüksekliğinde hazır jelatin kapsül içerisine konulduktan sonra, porselen yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirildi. 4 farklı yönden 90 derecelik açıyla 20'şer saniye ve üst taraftan 20 saniye süreyle toplam 100 saniye ışınla polimerize olması sağlandı. Örnekler su içerisine konularak şeffaf kapsüllerin erimesi gözlemlendi. Elde edilen 20 adet örnek distile su içerisinde muhafaza edildi.

#### 4. GRUP

Porselen yüzeyi kurutulduktan sonra 50 µm'luk beyaz alüminyum oksit (Bego Germany) ile 10 mm mesafeden 2 barlık basınç altında ve 10 saniye süreyle dairesel hareketlerle kumlama cihazında (Bego Topstar BEGO Germany) pürüzlendirildi. Microetcher' i ağız dışı ortamda taklit etmek amacıyla bu tür noktasal pürüzlendirme yapabilen kumlama cihazı kullanıldı. Örnekler yıkandı ve kurulandı. Yüzeye silan (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) uygulandı ve 1 dakika süreyle beklendikten sonra hava ile kurutuldu. Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan.) primeri A ve B eşit oranda 10 saniye süreyle karıştırılarak küçük fırça

yardımı ile porselen yüzeyine ince bir tabaka halinde sürüldü. 30 saniye bekleddikten sonra yüzeye Clearfil Liner Bond 2 adesiv fırça ile uygulandı, hava spreyi ile tüm yüzeye yayılması sağlandı ve 20 saniye süreyle ışın uygulandı.

Hibrid kompozit resin (Clearfil AP-X Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan) 5mm çapında ve 7mm yüksekliğinde hazır jelatin kapsül içerisine konulduktan sonra, porselen yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirildi. 4 farklı yönden 90 derecelik açıyla 20'şer saniye ve üst taraftan 20 saniye süreyle toplam 100 saniye ışınla polimerize olması sağlandı. Örnekler su içerisine konularak şeffaf kapsüllerin erimesi gözlemlendi. Elde edilen 20 adet örnek distile su içerisinde muhafaza edildi.

## 5. GRUP

Hazırlanan porselen yüzeyi, airtör elmas fissür frez (North-bel No:879-018 Italy) ile hava-su soğutması altında, birbirine dik iki yönlü olarak pürüzlendirildi. Hava su spreyi ile yıkandı ve kurutuldu. Yüzeye silan (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) uygulandı ve 1 dakika süreyle bekleddikten sonra hava ile kurutuldu. Silan uygulanıp kurutulan yüzeye Permaquik Bonding Resin (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) bir fırça yardımı ile sürüldü, hava ile yüzeye tam olarak yayılması sağlandı. 20 saniye süreyle ışın uygulandı.

Hibrid kompozit resin (Clearfil AP-X Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan) 5mm çapında ve 7mm yüksekliğinde hazır jelatin kapsül içerisine konulduktan sonra, porselen yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirildi. 4 farklı yönden 90 derecelik açıyla 20'şer saniye ve üst taraftan 20 saniye süreyle toplam 100 saniye ışınla polimerize olması sağlandı. Örnekler su içerisine konularak şeffaf kapsüllerin erimesi gözlemlendi. Elde edilen 20 adet örnek distile su içerisinde muhafaza edildi.

## 6. GRUP

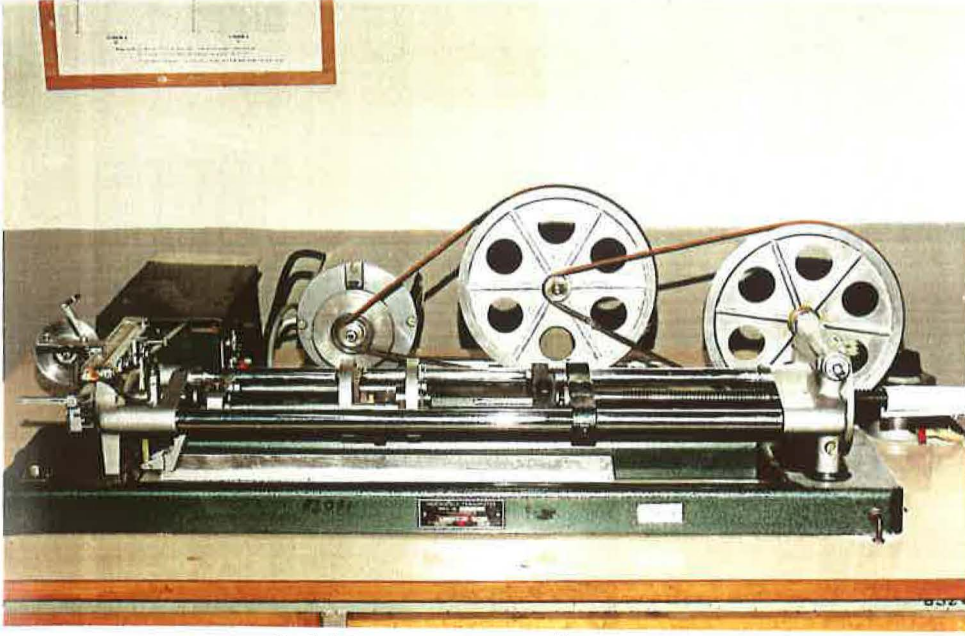
Hazırlanan porselen yüzeyi, ailetör elmas fissür frez (North-bel No:879-018 Italy) ile hava-su soğutması altında, birbirine dik iki yönlü olarak pürüzlendirildi. Hava su spreyi ile yıkandı ve kurutuldu. Yüzeye silan (Ultradent Product Inc. Utah U.S.A.) uygulandı ve 1 dakika süreyle beklendikten sonra hava ile kurutuldu. Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan.) primeri A ve B eşit oranda 10 saniye süreyle karıştırılarak küçük fırça yardımı ile porselen yüzeyine ince bir tabaka halinde sürüldü. 30 saniye beklendikten sonra yüzeye Clearfil Liner Bond 2 adesiv fırça ile uygulandı, hava spreyi ile tüm yüzeye yayılması sağlandı ve 20 saniye süreyle ışın uygulandı.

Hibrid kompozit resin (Clearfil AP-X Kuraray Co. Ltd. Osaka Japan) 5mm çapında ve 7mm yüksekliğinde hazır jelatin kapsül içerisine konulduktan sonra, porselen yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirildi. 4 farklı yönden 90 derecelik açıyla 20'şer saniye ve üst taraftan 20 saniye süreyle toplam 100 saniye ışınla polimerize olması sağlandı. Örnekler su içerisine konularak şeffaf kapsüllerin erimesi gözlemlendi. Elde edilen 20 adet örnek distile su içerisinde muhafaza edildi.

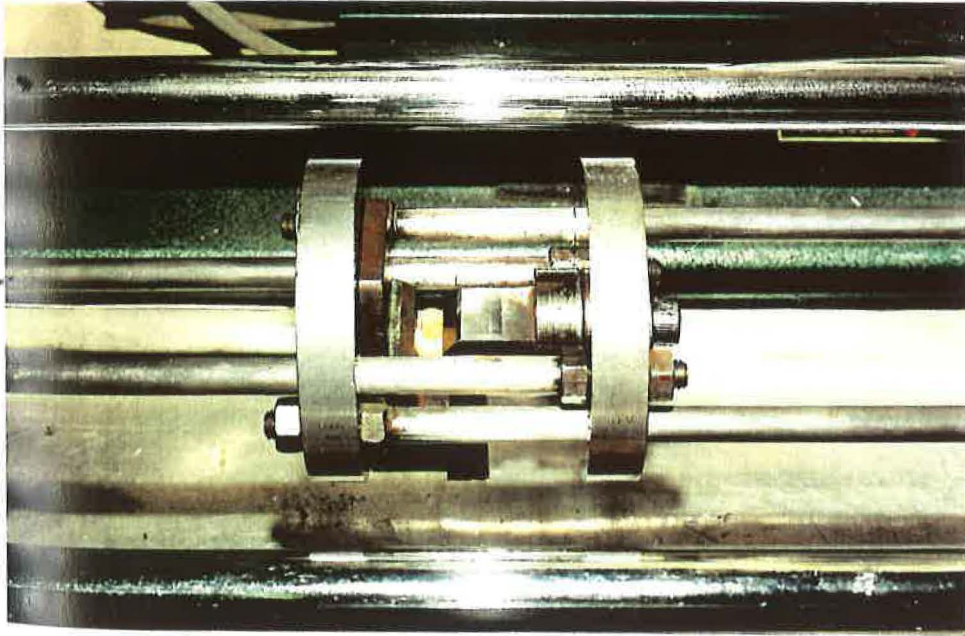
Elde edilen 120 adet örnek test uygulanana kadar distile su içerisinde 37°C'de bekletildi.

Bağlantı değerlerinin elde edilmesi için örneklerin kesme kuvvetleri karşısındaki dirençleri ölçüldü. Kesme kuvvetleri, "ODTÜ Metalürji mühendisliği laboratuvarlarında Hounsfield Tensometre cihazı ile ölçüldü (Resim 11). Kesme testini gerçekleştirebilmek ve ölçümlerin hatasız olabilmesi için 1cm civarındaki örnekleri tutabilecek özel olarak hazırlanmış bir apareyden yararlanıldı (Resim 12).





Resim 11: Hounsfield Tensometre cihazı

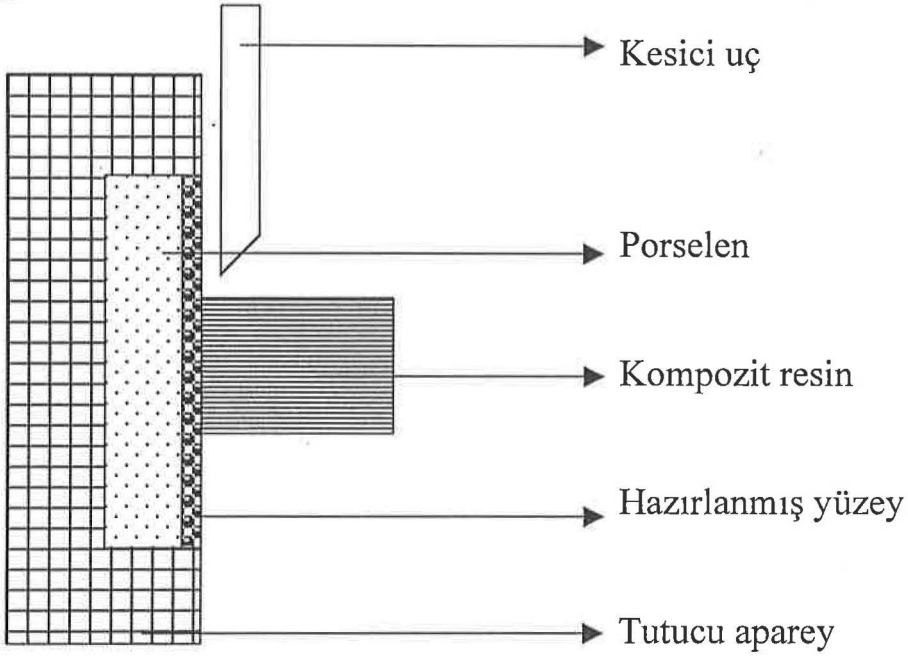


Resim 12: Örneklerin tensometreye yerleştirilmesi

Apareye yerleştirilen örneklere birbirine zıt ve paralel olacak şekilde 2mm/dk hızla kuvvet uygulandı (Şekil 2).



Şekil 2: Porselen – kompozit resin bağlantılı örneğin test aletinde şematik çizimi



Ayrılmanın olduğu andaki değer kaydedildi. Hounsfield Tensometre cihazı ile ayrılma değerleri kilogram cinsinden elde edildi. Daha sonra bu değerler matematiksel olarak megapaskal (MPa) cinsinden değerlere çevrildi. Hesaplamalar için kuvvet değerleri Newton'a, alan değerleri ise metrekareye dönüştürüldü.

Porselen-Kompozit resin bağlantısının kopmasından sonra örneklerin ayrılma yüzeyleri, X100 büyütme ışık mikroskobu altında incelenerek ayrılmanın adesiv veya kohesiv olduğu tespit edildi.

Her grup için elde edilen değerler tablolaştırıldı. Elde edilen değerlerin istatistiksel analizleri, (ANOVA) varyans analizi ile yapıldı.

## BULGULAR

Üç farklı tipte yüzey hazırlığı ile iki farklı tipte adesiv sistem kullanılarak, porselen - kompozit resin bağlantısının, kesme tipi kuvvetler karşısında dayanıklılığı in vitro olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçların gruplara göre ayrılma kuvvetleri ve ayrılma şekilleri Tablo I'de gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçların ortalama değerlerinin gruplara göre dağılımı Tablo II, Grafik 1'de gösterilmiştir.

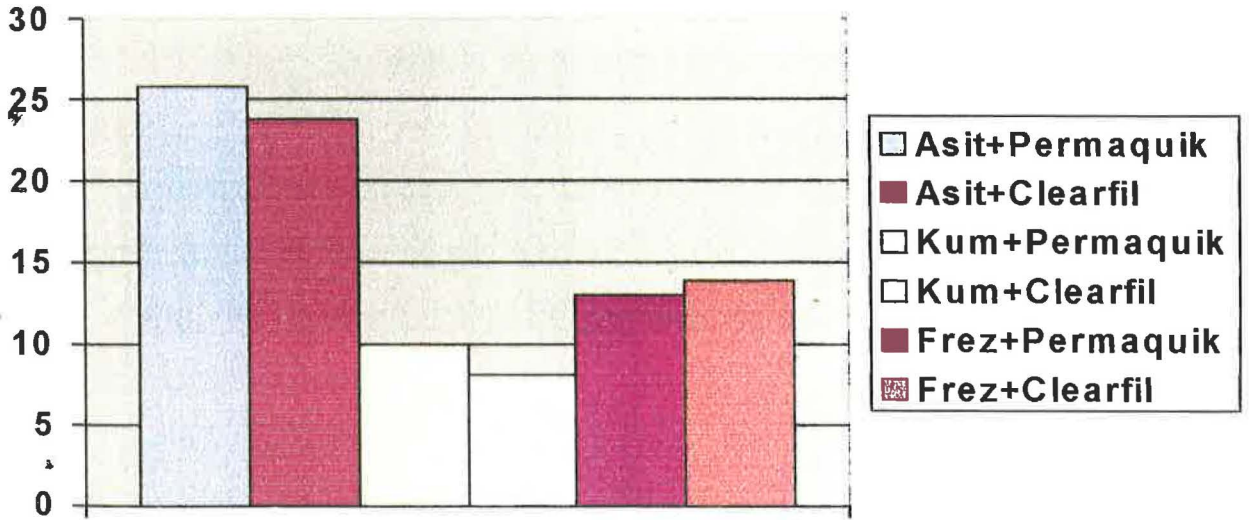
Çalışmamızda yüzey hazırlığı amacıyla %10'luk hidroflorik asitle dağlama, 50µm çapında AlO<sub>2</sub> ile pürüzlendirme ve elmas frezle pürüzlendirme kullanıldı. Farklı yüzey hazırlıkları ile elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında, üç grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir (P<0.01). Hidroflorik asitle dağlanan yüzeyler daha güçlü bağlantı sağlarken, kum ve frezle pürüzlendirme yapılan yüzeylerde daha düşük bağlantı değerleri elde edilmiştir. Yüzey hazırlama yöntemlerinin porselen-kompozit resin bağlantısını etkilediği gözlenmiştir. Her grup için elde edilen ortalama değerler ve standart hataları Tablo III, Grafik 2'de gösterilmiştir.

Tablo I: Gruplara göre ayrılma kuvvetleri ve ayrılma şekilleri

n: 20	Asitle dağlama +Permaquik		Asitle dağlama +Clearfil		Kumla pürüzlendirme +Permaquik		Kumla pürüzlendirme +Clearfil		Frezle pürüzlendirme +Permaquik		Frezle pürüzlendirme +Clearfil	
	Ayrılm a Gücü (MPa)	Ayrılm a Şekli	Ayrılm a Gücü (MPa)	Ayrılm a Şekli	Ayrılm a Gücü (MPa)	Ayrılm a Şekli	Ayrılm a Gücü (MPa)	Ayrılm a Şekli	Ayrılm a Gücü (MPa)	Ayrılm a Şekli	Ayrılm a Gücü (MPa)	Ayrılm a Şekli
1	19.01	Adesiv	24.52	Kohesiv	7.1	Kohesiv	2.2	Kohesiv	14.81	Adesiv	13.76	Kohesiv
2	19.01	Adesiv	26.52	Adesiv	3.3	Kohesiv	5.1	Kohesiv	10.71	Kohesiv	12.11	Kohesiv
3	25.77	Kohesiv	17.51	Kohesiv	6.6	Kohesiv	10.71	Kohesiv	12.51	Kohesiv	16.41	Adesiv
4	24.02	Adesiv	28.52	Adesiv	8.9	Kohesiv	9.6	Kohesiv	11.41	Kohesiv	11.51	Kohesiv
5	27.52	Adesiv	24.52	Adesiv	13.01	Kohesiv	7.8	Kohesiv	15.61	Kohesiv	16.01	Adesiv
6	24.02	Adesiv	27.02	Adesiv	10.21	Kohesiv	3	Kohesiv	22.02	Adesiv	12.21	Kohesiv
7	25.52	Adesiv	25.52	Adesiv	11.21	Kohesiv	9.65	Kohesiv	7.7	Kohesiv	12.91	Kohesiv
8	24.52	Adesiv	19.51	Kohesiv	12.91	Kohesiv	12.21	Adesiv	5.1	Kohesiv	14.21	Kohesiv
9	32.53	Adesiv	18.51	Kohesiv	12.21	Kohesiv	10.11	Kohesiv	15.21	Kohesiv	11.11	Kohesiv
10	29.53	Adesiv	20.52	Adesiv	11.76	Kohesiv	8.25	Kohesiv	11.81	Kohesiv	12.31	Kohesiv
11	20.02	Adesiv	25.02	Adesiv	7.7	Kohesiv	2.3	Kohesiv	15.51	Kohesiv	14.36	Kohesiv
12	19.51	Kohesiv	27.52	Adesiv	3.75	Kohesiv	5.25	Kohesiv	11.01	Kohesiv	12.51	Kohesiv
13	27.27	Adesiv	18.51	Kohesiv	11.91	Kohesiv	11.36	Kohesiv	13.26	Kohesiv	17.36	Adesiv
14	25.02	Adesiv	29.78	Adesiv	9.3	Kohesiv	10.01	Kohesiv	11.91	Kohesiv	12.01	Kohesiv
15	29.02	Adesiv	25.77	Adesiv	13.76	Kohesiv	8.25	Kohesiv	16.51	Adesiv	16.91	Adesiv
16	24.77	Adesiv	27.77	Adesiv	10.51	Kohesiv	3.1	Kohesiv	22.67	Adesiv	12.56	Kohesiv
17	27.27	Adesiv	27.27	Adesiv	7	Kohesiv	13.01	Adesiv	8.2	Kohesiv	13.76	Kohesiv
18	26.02	Adesiv	20.52	Kohesiv	14.01	Kohesiv	10.21	Kohesiv	5.4	Kohesiv	15.06	Kohesiv
19	33.28	Adesiv	19.01	Kohesiv	12.51	Kohesiv	10.36	Kohesiv	15.61	Kohesiv	11.41	Kohesiv
20	31.53	Adesiv	21.52	Kohesiv	12.41	Kohesiv	8.7	Kohesiv	12.51	Kohesiv	13.01	Kohesiv

YÜZEY HAZIRLIĞI +ADESİV TİPİ	$\bar{x}$
Asit+Permaquik	25.763
Asit+Clearfil	23.743
Kum+Permaquik	10.003
Kum+Clearfil	8.059
Frez+Permaquik	12.974
Frez+Clearfil	13.925

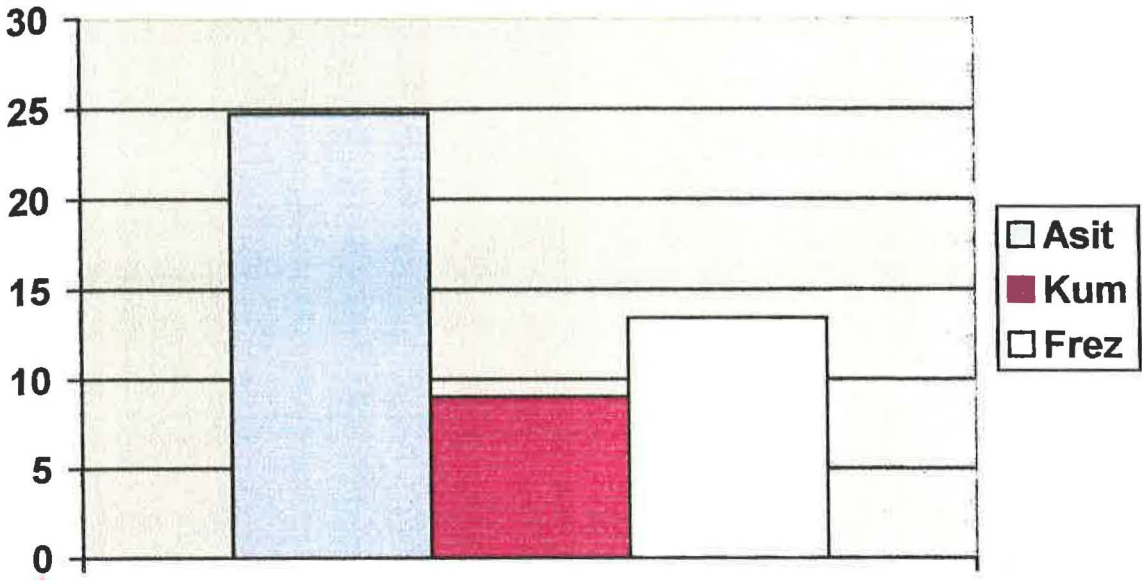
Tablo II: Sonuçların ortalama değerlerinin gruplara göre dağılımı.



Grafik 1: Sonuçların ortalama değerlerinin gruplara göre dağılımı.

YÜZEY HAZIRLIĞI	n	$\bar{x}$	Sh
Asitle dağlama	40	24.753	0.654
Kumla pürüzlendirme	40	9.031	0.536
Frezle pürüzlendirme	40	13.450	0.550

Tablo III: Farklı yüzey hazırlıkları ile elde edilen ortalama değerler ve standart hataları.



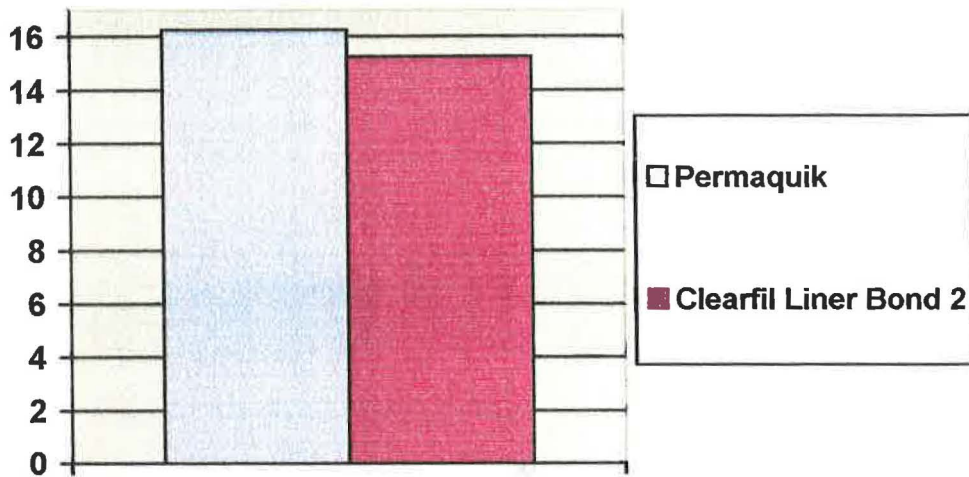
Grafik 2: Farklı yüzey hazırlıkları ile elde edilen ortalama değerler.

Çalışmamızda iki farklı adesiv sistem kullanıldı. Clearfil Liner Bond 2 ve Permaquik uygulanan yüzeylerden elde edilen ortalama değerler Tablo IV, Grafik 3' de gösterilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

ADESİV TİPİ	n	$\bar{x}$	Sh
Permaquik	60	16.247	1.03
Clearfil Liner Bond 2	60	15.242	0.932

Tablo IV: Farklı adesiv sistemler ile elde edilen ortalama değerler ve standart hataları.





Grafik 3: Farklı adesiv sistemler ile elde edilen ortalama değerler.

Gruplar içinde porselen – kompozit resin ayrılma şekli incelendiğinde;

Asitle dağlama + Permaquik uygulanan grupta %10 oranında adesiv, %90 oranında kohesiv ayrılmanın olduğu, ancak uygulanan kuvvet açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları Tablo V’ de gösterilmiştir.

AYRILMA ŞEKLİ	n	MPA	%
Adesiv	2	22.640	10
Kohesiv	18	26.109	90

Tablo V: Asitle dağlama + Permaquik uygulanan gruptan elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları.

Asitle dağlama + Clearfil Liner Bond 2 uygulanan grupta %40 oranında adesiv, %60 oranında kohesiv ayrılmanın olduğu gözlenmiştir. Adesiv ve kohesiv ayrılmanın olduğu kuvvetler arasında istatistiksel olarak

anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. ( $P<0.01$ ) Elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları Tablo VI' da gösterilmiştir.

AYRILMA ŞEKLİ	n	MPA	%
Adesiv	8	19.951	40
Kohesiv	12	26.271	60

Tablo VI: Asitle dağlama + Clearfil Liner Bond 2 uygulanan gruptan elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları.

Kumla pürüzlendirme + Permaquik uygulanan grupta %100 oranında adesiv ayrılmanın olduğu gözlenmiştir.

Kumla pürüzlendirme + Clearfil Liner Bond 2 uygulanan grupta %90 oranında adesiv, %10 oranında kohesiv ayrılmanın olduğu gözlenmiştir. Adesiv ve kohesiv ayrılmanın olduğu kuvvetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. ( $P<0.05$ ) Elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları Tablo VII' de gösterilmiştir.

AYRILMA ŞEKLİ	N	MPA	%
Adesiv	18	7.553	90
Kohesiv	2	12.610	10

Tablo VII: Kumla pürüzlendirme + Clearfil Liner Bond 2 uygulanan gruptan elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları.

Frezle pürüzlendirme + Permaquik uygulanan grupta %80 oranında adesiv, %20 oranında kohesiv ayrılmanın olduğu gözlenmiştir. . Adesiv ve kohesiv ayrılmanın olduğu kuvvetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. ( $P<0.01$ ) Elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları Tablo VIII' de gösterilmiştir.

AYRILMA ŞEKLİ	n	MPA	%
Adesiv	16	19.003	80
Kohesiv	4	11.467	20

Tablo VIII: Frezle pürüzlendirme + Permaquik uygulanan gruptan elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları.

Frezle pürüzlendirme + Clearfil Liner Bond 2 uygulanan grupta %80 oranında adesiv, %20 oranında kohesiv ayrılmanın olduğu, ancak uygulanan kuvvet açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları Tablo IX' da gösterilmiştir.

AYRILMA ŞEKLİ	N	MPA	%
Adesiv	16	13.847	80
Kohesiv	4	14.235	20

Tablo IX: Frezle pürüzlendirme + Clearfil Liner Bond 2 uygulanan gruptan elde edilen değerlerin ortalaması ve oranları.



## TARTIŞMA

Mükemmel bir biyolojik uyuma sahip porselen materyali, estetik amaçla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle estetiğin öne çıktığı vakalarda porselen uygulamalar, kayıp diş dokusunun giderilmesinde hem hekim hem de hasta tarafından tercih edilmektedir<sup>3,7,21</sup>.

Porselen materyali, gevrek yapısından dolayı, travmalar karşısında kırılabilir. Porselen mükemmel sıkışma dayanıklılığına karşın, gerilme ve kesme tipi kuvvetler karşısında dayanıklı değildir<sup>3,14</sup>.

Metal-Porselen restorasyonlarda seramiğin güzelliği ile metalin dayanıklılığı bir araya getirilerek, daha dayanıklı bir yapı elde edilmeye çalışılmıştır. Metalin beraberinde getirdiği olumsuzluklar düşünüldüğünden, daha dayanıklı döküm porselen restorasyonlar geliştirilmiştir. Bu uygulamaların tümünde porselenin gelen kuvvetler karşısında kırılmaya direnci artırılmaya çalışılmıştır. Yine de farklı nedenlere bağlı olarak zaman zaman kırılmalar kaçınılmaz olmaktadır. Böyle durumlarda başarısızlığa uğramış restorasyonun yerinden çıkartılması, gerek ekonomik, gerek süre ve gerekse restorasyonun kompleks yapısından dolayı pratik bir yöntem değildir. Bu nedenle birçok araştırmacı ağız içi porselen tamirini önermektedir<sup>3,7,8,15,21</sup>.

Son yıllarda porselenin ağız içinde tamiri için birçok sistem geliştirilmiştir. Tüm bu sistemlerde amaç daha kuvvetli bir bağlantının sağlanmasıdır.

Bu çalışmada, porselen tamirinde 3 farklı tip yüzey hazırlığı ile 2 farklı adesiv kullanılarak, porselen-kompozit resin bağlantısının kesme tipi kuvvetler karşısında dayanıklılığı araştırılmıştır.

Porselen tamirinde kullanılan porselen tipinin bağlanma gücünde pek fazla etkili olmadığı bildirilmektedir<sup>2,18,30</sup>.

Al Edris ve arkadaşları<sup>2</sup> tarafından yapılan çalışmada, bağlantı değerlerinde çok fazla farklılık olmamasına rağmen geleneksel porselenlerden Ceremco II'de, Vita ve Mirage'a göre asit uygulamasını takiben yüzeyinde daha derin ve geniş kanalcıklar oluştuğu gözlenmiştir. Glazürlü yüzeylerle glazürsüz yüzeylerin karşılaştırıldığı çalışmalarda, glazürlü yüzeylerde bağlanma gücünün belirgin bir şekilde düştüğü bildirilmiştir. Biz de çalışmamızda Ceremco II gövde porselenini glazürsüz olarak kullandık<sup>2,18</sup>.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, porselen-kompozit resin bağlanma gücünün en az ne kadar olmasını kesin belirten bir çalışma olmamasına rağmen, kompozit resin bağlantısını bozabilecek bir kuvvete eşit veya daha fazla bir bağlantının olması gerektiği düşünülmektedir<sup>4,28</sup>.

Çalışmalarda porselen-kompozit resin bağlantısını araştırmak için çekme, eğme ve kesme tipi kuvvetler karşısındaki dayanıklılık araştırılmıştır<sup>3,4,7,16,17,18,19,21,22,28,33,34</sup>.

Porselen kırıklarının restorasyonu için estetik tamir materyali olarak büyük çoğunlukla kompozit resinler kullanılmaktadır. Kompozit resinin yapısı porselen tamirinde tercih sebebidir. Hibrid tipteki kompozit resinlerin, hem makro hem de mikro doldurucu tiplere göre farklı

veya kimyasal bağlantı yöntemleri ayrı ayrı veya birlikte kullanılmıştır<sup>2,16,17,18,22,24,28,29,30,31,32,34,37</sup>.

Mekanik bağlantının sağlanabilmesi için asitle dağlama, kum, frez ve zımpara ile pürüzlendirme kullanılırken, kimyasal bağlantı için silan kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda daha güçlü bir bağlantı sağlayabilmek için mekanik ve kimyasal bağlantının birlikte kullanılması gerektiği bildirilmektedir<sup>22,28,31,32,34,37</sup>.

Çalışmamızda mekanik ve kimyasal bağlantı bir arada sağlandı. Mekanik bağlantıyı gerçekleştirmek amacıyla %10'luk hidroflorik asit, 50µm çapında  $AlO_2$  ve elmas frez kullanıldı. Bütün gruplarda pürüzlendirmeyi takiben, kimyasal bağlantı amacıyla silan uygulandı.

Bailey ve Bennet<sup>5</sup> yaptıkları çalışmada, porselen yüzeyini pürüzlendirdikten sonra silanla ve silansız porselen-kompozit resin bağlantısını sağlamışlar. Silan uygulanan yüzeylerde daha yüksek bağlantı değerleri elde etmişlerdir. Bir yıl süreyle suda bekletme sonucunda silan uygulanan yüzeylerde bu bağlantı değerlerinde düşme olmadığını bildirmişlerdir.

Roulet ve arkadaşları<sup>30</sup> farklı yüzey hazırlıklarını karşılaştırmış ve yüzey farklılıklarına bağlı olarak bağlanma gücünde anlamlı bir değişiklik olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçta %10'luk hidroflorik asit ile dağlanma yapılan grupta en yüksek bağlantı değerlerini bulmuşlardır. Kumla pürüzlendirme yapılan grupta kuru ortamda bağlanma iyi bir şekilde sağlanırken, suda bekletme sonucunda bağlantının %50 azaldığını kaydetmişlerdir. Bu farklılıklar asit, kum veya zımpara ile pürüzlendirilen yüzeylerin, yüzey morfolojisinin farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Kumlama veya zımpara uygulanan yüzeylerde, yüzey pürüzlülüğü

olmasına rağmen, mikroskobik andırkatlar içermemektedir. Asit ile dağlanan yüzeylerde ise çok sayıda mikroskobik andırkatlar oluşmaktadır.

Bizim çalışmamızda da farklı olarak zımpara yerine elmas frez ile pürüzlendirme sağlanmıştır. Farklı yüzey hazırlıkları ile elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında, üç grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $P<0.01$ ). Elde ettiğimiz sonuçlar Roulet ve arkadaşlarının<sup>30</sup> elde ettiği sonuçlarla aynı yöndedir.

Thurmond ve arkadaşları<sup>37</sup> farklı yüzey hazırlıkları ve bunların kombinasyonlarını kullanarak yaptıkları çalışma sonucu, hidroflorik asit grubu veya hidroflorik asit içeren kombine gruplarda daha fazla bağlanma gücü bulmuşlardır. En yüksek bağlanma değerini  $AlO_2$  ile hidroflorik asidin kombine uygulandığı grupta elde etmişlerdir. Yüksek bağlantı değerlerini elde ettikleri gruplarda ayrılmaların genellikle porselen yüzeyinde kohesiv olarak oluştuğunu belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da yüksek bağlantı değerleri gösteren, özellikle asit uygulanan yüzeylerde, ortalama  $24.753\pm 0.654$  MPA bağlantı değeri elde edildi. Ayrılmaların %90'ının porselenin kendi bünyesinde kohesiv olarak oluştuğu gözlendi. Asitle dağlama sonucu elde edilen değeri, kumla pürüzlendirme sonucu elde edilen  $9.031\pm 0.536$  MPA değerinden ve frezle pürüzlendirme sonucu elde edilen  $13.450\pm 0.550$  MPA değerinden anlamlı bir şekilde yüksektir.

Farklı yüzey hazırlıklarının porselen - kompozit resin bağlanma gücüne etkisini araştıran Özden ve arkadaşları<sup>28</sup>, sonuçta, en yüksek bağlantı değerini yüzey hazırlanmasından sonra silan uygulanması ile olduğunu bildirmişlerdir. Yüzeye sadece silan uygulanmasının, yüzeye sadece asit uygulamasından daha yüksek bağlanma gücü sağladığını bildirmişlerdir. Ayrıca asit + silan kullanıldığı zaman sadece asit

kullanıldığı gruba benzer değerler elde etmişlerdir ve silanın iki farklı yüzey işlemini takiben kullanılmasının bağlantıyı artırmadığı ve sadece vakit kaybı olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, bu çalışmadan farklı olarak, hem kimyasal hem de mekanik bağlantı bir arada kullanılmıştır. Sonuçta asit + silan uygulanan yüzeylerde  $24.753 \pm 0.654$  MPA bağlanma gücü elde edildi. Hidroflorik asit ile pürüzlendirilen yüzeylerden sağlanan bağlanma gücünün, kum veya frezle pürüzlendirmeden, istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Stangel ve Nathanson<sup>32</sup> asitle dağlama sonucu bağlanma gücünde artma olduğunu ve silan kullanılarak bu artışın daha da yükseldiğini bildirmişlerdir. Stangel ve Nathanson<sup>32</sup> asit+silan+adesiv uygulanan örneklerde  $19.37 \pm 1.29$  MPA bağlanma gücü bulmuştur. Ayrıca ayrılmaların kohesiv olarak porselen bünyesinde oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

Lacy ve arkadaşları<sup>22</sup> farklı yüzey uygulamaları ile porselen kompozit resin bağlantısını araştırmışlar, sonuçta silan koplimg ajanlarının porselen ve kompozit resin arasındaki bağlanmanın sağlanmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Silan ile birlikte asit kullanıldığında daha güçlü bir bağlanma sağlandığını, ayrıca ayrılmanın daha çok porselen bünyesinde kohesiv olarak oluştuğunu kaydetmişlerdir. Silan kullanılmadan yapılan bir asit uygulamasında bağlantının artmayacağını savunmuşlardır.

Bizim çalışmamızda elde edilen değerler, Lacy ve arkadaşlarının<sup>22</sup> bulgularıyla aynı yöndedir. Asit uygulamasını takiben, silan uygulanması ile daha yüksek bağlantı değerleri elde edilmiştir.

Lacy ve arkadaşları<sup>22</sup> çalışmalarında %9.5' lik hidroflorik asit ve

%1.23' lük asitlendirilmiş fosfat florid jeli olmak üzere iki farklı asit kullanmışlar ve hidroflorik asit uygulandığında daha yüksek bağlantı göstermesine rağmen, aralarında istatistiksel bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Tylka ve Stewart<sup>39</sup> hidroflorik asit ile asitlendirilmiş fosfat florid jelini fotomikroskopik olarak karşılaştırmış ve elde ettikleri görüntülerde her iki asit arasında belirgin farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber örneklere kesme tipi kuvvet uygulandığında porselen - kompozit resin bağlantısında kohesiv başarısızlıklar gözlemlemişlerdir. Bu da hidroflorik asit veya asitlendirilmiş fosfat florid jeli ile sağlanan bağlanma gücünün porselen veya kompozit resinin kohesiv gücünden daha fazla olduğunu göstermiştir. Sonuçta hidroflorik asitin ağız içi olarak kullanımının, ondan daha az tehlikeli olan asitlendirilmiş fosfat florid jelinden daha etkili olmadığını belirtmişlerdir.

Porselen yüzeyinin hazırlanmasında kullanılan hidroflorik asit ile iyi bir pürüzlendirme sağlanabildiğinin belirtilmesinden dolayı biz de çalışmamızda %10'luk hidroflorik asit kullandık.

Al Edris ve arkadaşları<sup>2</sup> üç farklı porselen tipiyle üç farklı asit uygulamasını SEM altında karşılaştırmışlardır. Kullandıkları iki farklı hidroflorik asit tipinde de her üç porselen yüzeyinde benzer morfolojik değişiklikler gözlemlemişlerdir. Yüzeyde 0.5 ile 12 µm derinliğinde çukurlar ve uzunlamasına yarıklar oluştuğunu bildirmiştir. Asitlendirilmiş fosfat florid jelinin ise her üç porselen tipinde de daha yüzeysel bir dağlama oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Suliman ve arkadaşları<sup>34</sup> farklı yüzey preparasyonları ile farklı adesivleri kullanarak porselen - kompozit resin bağlantısının kesme tipi kuvvetlere karşı dayanıklılığını incelemişlerdir. clearfil uygulanan

örneklerde en yüksek bağlanma değerini, yüzeye %10' luk hidroflorik asit uygulaması sonucu elde etmişlerdir. clearfil, all-bond ve amalgambond adesiv sistemlerini kullanmış ve sonuçta clearfil ile daha yüksek bağlanma gücü elde etmişlerdir. Bu sonucun clearfil' in Bis-GMA, HEMA, bir fosfat monomeri (MDP) ve silan içermesine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Suliman<sup>34</sup> yüzey preparasyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını, fakat kullanılan adesivin bağlantı gücünü etkilediğini bildirmiştir.

Çalışmamızda asitle dağlanan yüzeylerde bağlanma gücü, istatistiksel olarak daha fazla bulunmuştur( $P < 0.01$ ). Bu farklılıklar asit, kum veya frez ile pürüzlendirilen yüzeylerin yüzey morfolojisinin farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Benzer bir çalışmayı 6 farklı adesiv sistem kullanarak gerçekleştiren Kato ve arkadaşları<sup>21</sup>, silan primerleri içeren adesiv sistemlerde bağlanma gücünün istatistiksel olarak daha güçlü olduğunu bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamız sonucunda, clearfil kullanılan grupta ortalama  $16.247 \pm 1.03$  MPA değerinde bağlantı gücü elde edilirken, permaquik kullanılan grupta ortalama  $15.242 \pm 0.932$  MPA değerinde bağlanma gücü elde edilmiştir. Elde edilen değerler arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Clearfil, permaquik ve scotchbond adesiv sistemleri ile daha yüksek bağlantı değerleri elde edildiği gözlenmiştir. Bunun nedeni, üç adesiv sistemin de silan içermesine ve dördüncü kuşak adesiv olmasına bağlanabilir. Bizim çalışmamızda da kullanılan iki adesiv sistemin benzer yapıda olmalarından dolayı, aralarında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Asitle dağlamayı takiben, permaquik ile bağlantının sağlandığı grupta ortalama 25.763 MPA bağlantı değeri elde edilirken, permaquik ile bağlantının sağlandığı grupta ortalama 23.743 MPA bağlantı değeri elde



edilmiştir. Her iki adesiv sistemle elde edilen bağlantı değerleri ile uygun bir yüzey hazırlığı yapıldığı takdirde, porselenin kendi bünyesindeki kohesiv bağlanma gücünden yüksek bir bağlantının sağlanabileceği görülmüştür.

Diaz-Arnold ve Aquilino<sup>17</sup> porselen - kompozit resin bağlantısı için silan içeren 4 farklı tamir sistemini karşılaştırmış, ayrıca bunların ısıl döngü sonucu nasıl etkilendiğini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, organosilan materyalleri ile optimum bağlanma sağlandığını belirtmişlerdir. Scotchprime ile en yüksek bağlanma değerlerini elde etmişler ve ısıl döngü sonucu bu değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını, fusion ile ısıl döngü sonucu istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğunu bildirmişlerdir.

Appeldoorn ve arkadaşları<sup>3</sup> 8 farklı tamir sistemini 24 saat ve 3 aylık ısıl döngü periyotları sonrasında karşılaştırmışlar, sonuçta en güçlü bağlanma gücünü  $20.7 \pm 1.7$  MPA ile clearfil ile bulmuşlardır. 24 saat ile 3 aylık ısıl döngü arasında istatistiksel bir fark gözlemlemişlerdir. Ayrıca porselen tamir sistemlerinde bağlantı gücü arttıkça porselen bünyesindeki kohesiv ayrılmaların da arttığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamız sonucunda, kullandığımız iki farklı adesiv sistemden, clearfil ile permaquik arasında bağlanma gücü açısından bir fark gözlenmemiştir. Fakat bu çalışmada, yüzey preparasyonlarındaki farklılıklara bağlı olarak, bağlantı gücünün artmasıyla birlikte kohesiv ayrılmaların da arttığı gözlemlendi.

Appeldoorn ve arkadaşlarının<sup>3</sup> clearfil+asit uygulaması sonucu buldukları  $20.7 \pm 1.7$  MPA'lık değer, bizim çalışmamızda clearfil+asit uygulanan gruptan elde ettiğimiz  $23.743$  MPA'lık değere yakındır.

Değer ve arkadaşları<sup>16</sup> 6 farklı tamir sistemini 24 saat ve 3 aylık periyotlarla karşılaştırmışlar, silistor hariç bütün tamir sistemlerinde otuz gün sonunda bağlanma değerlerinde düşme olduğunu bildirmişlerdir. Scotchprime ve clearfil sistemlerindeki düşüşün istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.

Gregory ve arkadaşları<sup>19</sup> scotchprime, fusion, silanit, porcelain repair liquid, ultrabond sistemleri ile yaptıkları çekme testi sonucunda scotchprime ile en yüksek bağlanma değerlerini elde etmişlerdir.

Bailey<sup>4</sup> scotchprime, fusion, ultrabond, kerr ultrafine sistemlerini kullanarak, porselen-kompozit resin bağlantısının eğme tipi kuvvetler karşısında dayanıklılığını araştırmıştır. Sonuçta bağlanma değerlerinde istatistiksel bir fark bulamamıştır.

• Diaz-Arnold ve arkadaşları<sup>18</sup> scotchprime, fusion, cerinate prime tamir sistemlerini glazürlü ve pürüzlendirilmiş porselen yüzeylerinde karşılaştırmışlar ve scotchprime ile en yüksek bağlantı değerlerini elde etmişlerdir. Bu değer glazürlü yüzeylerde fazla bir düşüş göstermemiştir. fusion ve cerinate prime ile yapılan bağlantıda glazürlü yüzeylerde, pürüzlendirilmiş yüzeylere göre belirgin bir düşüş olmuştur.

Beck ve arkadaşları<sup>7</sup> farklı adezivler ile kompozit resin – porselen ve kompozit resin – metal bağlantısına bakmışlar ve sonuçta kompozit resinlerin porselene bağlanma gücünün metale bağlanma gücünden yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da, kullanılan clearfil ve permaquik adeziv sistemleri arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Üç farklı yüzey hazırlığını takiben permaquik uygulanan gruplarda ortalama  $16.247 \pm 1.03$  MPA bağlanma gücü elde edilirken, clearfil uygulanan gruplarda ise ortalama  $15.242 \pm 0.932$  MPA bağlanma gücü elde edilmiştir.

## SONUÇLAR

1-Porselen tamir işlemleri için farklı yüzey hazırlıkları kullanılmaktadır. Porselen yüzeyinin % 10' luk hidroflorik asit ile pürüzlendirilmesi ile sağlanan porselen – kompozit resin bağlanma gücü, yüzeyin alüminyum oksit veya elmas frezle pürüzlendirilmesi sonucu elde edilen bağlanma gücünden daha fazladır. ( $P < 0.01$ )

2-Tamir işlemi sırasında, kimyasal ve mekanik bağlantı ayrı ayrı veya bir arada kullanılabilir. Mekanik pürüzlendirmeyi takiben gerçekleştirilen kimyasal bağlantı, daha kuvvetli bir bağlanma sağlayacaktır.

3-Porselen tamir işleminde kimyasal bağlantıyı sağlayan silan sayesinde, bağlantı gücünün artmasının yanında, daha uzun süreli bir tamir gerçekleştirilir.

4-Kullanılan 2 farklı adeziv sistemden Clearfil Liner Bond 2 ve Permaquik arasında bağlanma gücü açısından bir fark bulunmamıştır.

5-Kullanılan adeziv sistemlerin silan içermeleri bağlanma gücü için avantaj oluşturmaktadır.

6-Yüksek bağlantı değerlerinde ayrılmalar daha çok kohesiv olarak porselen bünyesinde oluşmaktadır. Porselen – kompozit resin bağlantısının en az ne kadar olmasını belirtir bir sonuç elde edilememiştir.

## ÖZET

Mükemmel biyouyumluluğa sahip porselen materyali, metal-porselen restorasyonlara yüksek estetik özellik kazandırmak amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Porselen restorasyonların uzun yıllar hizmet verebilmesine karşın, porselen bünyesinde kırılmalar meydana gelebilmektedir. Başarısızlığa uğramış bir restorasyonun ekonomik nedenlerden ve restorasyonun kompleks yapısından dolayı, yerinden çıkarılması her zaman pratik bir çözüm olmamaktadır. Bu gibi durumlarda porselen restorasyonun ağız içinde restoratif bir materyal ile tamiri en pratik çözüm olarak akla gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı, üç farklı yüzey hazırlama işlemi ile iki farklı adesiv sistem kullanılarak, kompozit resinin porselene bağlanma gücünün araştırılmasıdır. Yüzey hazırlama işlemi amacıyla 50 µm çapında AlO<sub>2</sub> ile kumlama, elmas frezle pürüzlendirme ve %10' luk hidroflorik asitle dağlama kullanılmıştır. Bütün örneklerde porselen yüzeyine silan uygulandıktan sonra, kompozit resin porselene Clearfil Liner Bond 2 ve Permaquik adesiv sistemleri kullanılarak bağlanmıştır.\*

En yüksek bağlanma gücü %10'luk hidroflorik asit ile dağlanma sonucunda elde edilmiştir (p<0.01). Yüzey hazırlama yöntemlerinin porselen-kompozit resin bağlantısını etkilediği gözlenmiştir. Kullanılan adesiv sistemler arasında istatistiksel olarak belirgin bir üstünlük gözlenmemiştir. Daha yüksek bağlanma gücü elde edilen gruplarda, porselen bünyesindeki kohesiv ayrılmalarda artma olduğu gözlenmiştir.

## SUMMARY

Ceramic materials with excellent biocompatibility are widely used to achieve highly esthetic characteristics in metal-ceramic restorations. Although these ceramic restorations usually provide an excellent restorative service over the years, ceramic fractures may occur. Replacement of a failed restoration is not the practical solution for economic reasons and because of the complex nature of the restoration. Intraoral repair option would be the more practical solution in this situations.

The aim of this study is to evaluate the effect of three type of porcelain surface treatment methods and two type of adhesive systems on the bond strength of composite resin bonded to the porcelain surface. The surface treatments were sandblasting with 50  $\mu\text{m}$   $\text{AlO}_2$  , roughening with a diamond bur and etching with 10% hydrofluoric acid. A silane coupling was applied to all porcelain surfaces and composite resin was bonded to porcelain with Clearfil Liner Bond 2 and Permaquik adhesive systems.

The most effective surface treatment was 10% hydrofluoric acid etching ( $p < 0.01$ ). This study shows that surface treatments effects the bond strength between porcelain-composite resin. The adhesive systems was not significantly better than the other system. The porcelain repair groups that produced the greater bond strengths generally produced the greatest number of cohesive failure in the porcelain.

## KAYNAKLAR

- 1- Akın E. Dişhekimliğinde Porselen, 3. Baskı. İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, 1990: 18.
- 2- Al Edris A, Al Jabr A, Cooley RL, Barghi N. SEM Evaluation of Etch Patterns by Three Etchants on Three Porcelain. J. Prosthet. Dent. 1990; 64: 734.
- 3- Appeldoorn RE, Wilwerding TM, Barkmeier WW. Bond Strength of Composite Resin to Porcelain with Newer Generation Porcelain Repair Systems. J. Prosthet. Dent. 1993; 70: 6.
- 4- Bailey JH. Porcelain-to-Composite Bond Strengths Using Four Organosilane Materials. J. Prosthet. Dent. 1989; 61: 174.
- 5- Bailey LF, Bennet RJ. Dişör Surface Treatments for Enhanced Bonding. J. Dent. Res. 1988; 67: 925.
- 6- Bayırlı G, Şirin Ş. Konservatif Diş Tedavisi, 1. Baskı, Dünya Tıp Kitapevi Ltd. Şti. 1982: 161.
- 7- Beck DA, Janus CE, Dauglas HB. Shear Bond Strength of Composite Resin Porcelain Repair Materials Bonded to Metal and Porcelain. J. Prosthet. Dent. 1990; 64: 529.

8- Bello JA, Myers ML, Graser GN, Jarvis RH. Bond Strength and Microleakage of porcelain repair materials. J. Prosthet. Dent. 1985; 54: 788.

9- Bertolotti RL, Paganetti C. Adhesion Monomers Utilized for Fixed Partial Denture(Porcelain/Metal) Repair. Quint. Int. 1990; 21: 579.

10- Black JJ. Color Modifiers and Opaquers, in Esthetic Dentistry. 1<sup>st</sup> ed. The C.V. Mosby Co. St. Louis Toronto London, 1994: 25.

11- Canikoğlu MB. Dişhekimliği Form lleri. 1. Baskı. Doyuran Matbaası. 1987: 299.

12- Cengiz T. Endodonti. 3. Baskı, Barış Yay. İzmir 1990: 188.

13- Craig RG, O'Brein WJ, Powers JM. Dental Materials 2<sup>nd</sup> Ed. The C.V. Mosby Co. St. Louis Toronto London 1979: 238.

14- Craig RG. Restorative Dental Materials 6<sup>th</sup>. Ed. The C.V. Mosby Co. St. Louis Toronto London 1980: 418.

15- Creugers NHJ, Snoek PA, Kayser AF. An Experimental Porcelain Repair System Evaluated Under Controlled Clinical Conditions. J. Prosthet. Dent. 1992; 68: 724.

16- Değer S, Canikoğlu MB, Saadat F. Farklı Seramik Tamir Sistemleri İle Seramik Materyali Arasındaki Bağlanmanın Değerlendirilmesi. İ.  . Dişhek. Fak. Der. 1997; 31: 223.

17- Diaz-Arnold AM, Aquilino SA. An Evaluation of the Bond Strengths of Four Organosilane Materials in Response to Thermal Stress. J. Prosthet. Dent. 1989; 62: 257.

18- Diaz-Arnold AM, Schneider RL, Aquilino SA. Bond Strength of Intraoral Porcelain Repair Materials. J. Prosthet. Dent. 1989; 61: 305.



19- Gregory WA, Hagen CA, Powers JM. Composite Resin Repair of Porcelain Using Different Bonding Materials. *Oper. Dent.* 1988; 13: 114.

20- Gregory WA, Moss SM. Effects of Heterogeneous Layers of Composite and Time on Composite Repair of Porcelain. *Oper. Dent.* 1990; 15: 18.

21- Hidetachi K, Matsumura H, Tanaka T, Atsuta M. Bond Strength and Durability of Porcelain Bonding Systems. *J. Prosthet. Dent.* 1996; 75: 163.

22- Lacy AM, Lalus J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of Porcelain Surface Treatment on the Bond to Composite. *J. Prosthet. Dent.* 1994; 60: 288.

23- Lacy AM. Techniques for Intraoral Repair of Fractured Porcelain when Metal is Exposed. *Quint. Int.* 1989; 20: 595.

24- Matsumura H, Kawahara M, Tanaka T, Atsuta M. A New Porcelain Repair System with a Silane Coupler, Ferric Chloride, and Adhesive Opaque Resin. *J. Dent. Res.* 1989; 68: 813.

25- Mc Lean JW. *The science and Art of Dental Ceramics.* 1<sup>st</sup> ed. Quintessence Pub. Co. Chicago 1979: 77.

26- Meerbeek BV, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The Clinical Performance of Adhesives. *J. Dent.* 1998; 26: 1.

27- Nash RW. *Composite Resin- Indirect Technique Restorations, in Esthetic Dentistry.* 1<sup>st</sup> ed. The C.V. Mosby Co. St. Louis Toronto London, 1994: 57.

28- Özden AN, Akaltan F, Can G. Effect of Surface Treatments of Porcelain on the Shear Bond Strength of Applied Dual-Cured Cement. *J. Prosthet. Dent.* 1994; 72: 85.

29- Pratt RC, Burgess JO, Schwartz RS, Smith JH. Evaluation of Bond Strength of Six Porcelain Repair Systems. *J. Prosthet. Dent.* 1989; 62: 11.

30- Roulet JF, Söderholm KJM, Longmate J. Effects of Treatment and Storage Conditions on Ceramic/Composite Bond Strength. *J. Dent. Res.* 1995; 74: 381.

31- Stacey GD. A Shear Stress Analysis of the Bonding of Porcelain Veneers to Enamel. *J. Prosthet. Dent.* 1993; 70: 395.

32- Stangel I, Nathanson D. Shear Strength of the Composite Bond to Etched Porcelain. *J Dent. Res.* 1987; 66: 1460.

33- Stokes AN, Hood JAA, Tidmarsh BG. Effect of 6- Month Water Storage on Silane-Treated Resin/Porcelain Bonds. *J Dent.* 1988; 16: 294.

34- Suliman AHA, Swift EJ, Perdigao J. Effects of Surface Treatment and Bonding Agents on Bond Strength of Composite Resin to Porcelain. *J. Prosthet. Dent.* 1993; 70: 118.

35- Ergin Ş. İnaoral Porselen Tamiri: M. Ü. Dişhek. Fak. Seminer Notları. 1997: 1.

36- Tam LE, McComb D. Shear Bond Strengths of Resin Luting Cements to Laboratory- Made Composite Resin Veneers. *J. Prosthet. Dent.* 1991; 66: 314.

37- Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding, TM. Effects of Porcelain Surface Treatments on Bond Strengths of Composite Resin Bonded to Porcelain. *J. Prosthet. Dent.* 1994; 72: 355.

38- Tjan AHL, Nemetz H, Tjan AH. Bond Strength of Composite to Metal Mediated by Metal Adhesive Promoters. *J. Prosthet. Dent.* 1987; 57: 550.

39- Tylka DF, Stewart GP. Comparison of Acidulated Phosphate Fluoride Gel and Hydrofluoric Acid Etchants for Porcelain-Composite Repair. J. Prosthet. Dent. 1994; 72: 121.

40- Zaimoğlu A, Can G, Ersoy A, Aksu L. Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi. 1. Baskı. A.Ü. Dişhek. Fak. Yay. 1993: 355.