

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

MARYLAND KÖPRÜLERİN
RETANSİYONU ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

777 667

(Doktora Tezi)

Dt. Deniz ŞEN

Danışman: Prof.Dr.Babür Caniklioğlu

İSTANBUL - 1993

İÇİNDEKİLER

SAYFA

GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	2
MATERYAL VE METOD.....	18
BULGULAR.....	40
TARTIŞMA.....	76
BONUÇLAR.....	92
ÖZET.....	94
SUMMARY.....	96
KAYNAKLAR.....	98
ÖZGEÇMİŞ.....	112

GİRİŞ

Adezivler, adezyon yolu ile bağlantı sağlayan reçine esaslı maddelerdir. Adeziv dişhekimliği 1955 yılında Buonocore'nin minenin asitlenerek 'etching'lenmesi ve bu pürüzlü yüzeye akriliklerin daha iyi bağlantı sağlayacağını belirtmesi ile başlamıştır(95).

Ancak akrilik dolguların polimerizasyonları esnasında ortaya çıkan büzölmelerinin ve genişleme katsayılarının dişin genişleme katsayısından yüksek olması, fiziksel dayanıklılıklarının zayıf olması, ayrıca akrilik kitlesi içinde kalan artık monomerin ve kenar mikrosızıntısının pulpayı irite etmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır(116).

Bunların giderilmesi amacı ile yeni materyaller geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar sonucu, 1962 yılında Bowen akriliklere nazaran daha düşük polimerizasyon büzölmesine ve ışık genişleme katsayısına sahip, daha sert ve aşınmaya dirençli kompozitleri geliştirmiştir(16,17,30,116).

Kompozitlerde tutunma asit 'etch' tekniğine dayanmaktadır. Tutuculuk, 'etching'leme işleminde kullanılan fosforik asitin mine prizmalarını aşındırması ve aşınan kısımlara giren reçineler ile sağlanmaktadır. Mine reçine bağlantısı mekanik bir adezyondur. Mekanik adezyon yüzey enerjisine, kullanılan materyalin ısılatma açısına bağlıdır(30).

Günümüzde adezyon mekanizmasında kimyasal bağlantı önem kazanmaktadır. Böylece diş yapısı ile restoratif materyal arasında daha kuvvetli bir bağlantı oluşurken, mikrosızıntı olayı da azalacaktır veya tamamen ortadan kalkacaktır.

GENEL BİLGİLER

Reçine bağlantılı veya adeziv köprüler olarak isimlendirilen restorasyonlar, 1970'li yıllardan günümüze kadar hızlı bir gelişme göstermişlerdir(7,8,10,21,27,34,35,50,56,115).

Bu tip restorasyonlar, çeşitli araştırmacılar tarafından metal destekli veya destek-siz olarak kullanılmıştır. Metal alt yapı kullanılmadan hazırlanan restorasyonlarda, gövde olarak akrilik, kompozit veya doğal dişlerden faydalanılmıştır. Bunlar diğer dayanak dişle-rin 'etching'lenmesinden sonra kompozitler aracılığı ile bağlanmışlar-dır(13,36,69,70,79,83,101,138,148).

Metal desteksiz olarak hazırlanan adeziv restorasyonlarda uzun süreli klinik ba-şarı elde edilmemiştir. Bu nedenle metal alt yapı ile desteklenmesi gerekliliği ortaya çık-mıştır. Metal destekli restorasyonların başarısı, 3 faktöre bağlıdır.

- 1- Yapıştırıcının mineye bağlantısı,
- 2- Yapıştırıcının direnci,
- 3- Yapıştırıcının metale bağlantısı.

1- Yapıştırıcının mineye bağlantısı 1200 ile 1400 psi arasında değişmekte-dir(24). Bu bağlantı, mine yüzeyinin 'etching'lenmesi ile elde edilmektedir ve kullanılan fosforik asitin yoğunluğu ve uygulama süresi ile ilişkilidir(50,54,97,108,109,111,131). Ayır-ca mine yüzeyinin temiz olması da bağlantıyı etkilemektedir(6).

2- Bu amaçla kullanılan yapıştırıcıların direnci 4800 ile 8700 psi arasındadır.

3- Yapıştırıcının metale bağlantısı ise yaklaşık 3960 psi olarak belirtilmektedir.

Bu bağlantıların, çiğneme güçlerine karşı dirençli olması gerekmektedir(24).

Metal destekli olarak hazırlanan restorasyonlarda çeşitli modifikasyonlar uygula-narak araştırmalar yapılmıştır(12,14,19,25,28,34,40,46,92,117,119,120,123,129,133,151,154).

Metal destekli ilk adeziv restorasyonunu, 1973 yılında Rochette(124) isimli araştırmacı yapmıştır. Kıymetli metal alaşımından yaptığı splintte retansiyon sağlamak için delikler açmıştır. Howe(62), Williams(151), Williams(152), Williams(153), Williams(155) isimli araştırmacılar Rochette'in ortaya koyduğu yöntemde restorasyonların klinikte başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Buna karşı Creugers(31), Kellet(74), Priest(118), Creugers(32), Creugers(33) bu şekilde hazırlanan Rochette tipi restorasyonlarda;

- deliklerin sistemin direncini sınırladığını,
- reçinenin bu bölgelerde aşınmasının retansiyonu bozduğunu ileri sürmüşlerdir.

Aynı dönemde metal-estetik materyal arasındaki bağlantıyı artırmak amacıyla, çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Tanaka ve ark.(140) 1979 yılında kıymetsiz alaşımlar üzerinde akriliğin retansiyonunu sağlamak için noktacılar şeklinde pikür-korozyon tekniğini uygulamışlardır. Ancak uygulamanın zor olduğunu ve alaşımın bileşimine göre farklı işlemlerin yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Dunn ve Reiscbick(39) isimli araştırmacılar, 1981 yılında özel bir yöntem ile, Cr-Co implant alaşımlarının 'etching' işlemini gerçekleştirmişler. Böylece seramik bağlantısı için mekanik retansiyon sağladıklarını bildirmişlerdir.

'Etching'leme, esas olarak yüzeydeki değişik potansiyelle sahip alanlar arasında oluşturulan, kontrollü bir korozyon olayıdır. Bu korozyon sonucu, yüzeyin belirli kristalleri arasında derinlemesine bir aşınma meydana gelir(2).

- 'Etching'leme işlemi;
- 1- kimyasal,
 - 2- elektrokimyasal olarak gerçekleştirilir(22).

'Etching'lemede amaç yüzey alanını artırmaktır. Örneğin mine yüzeyinde yapılan 'etching'lemede mine kristallerinin inorganik kısmı çözünür ve böylece yüzey alanı artmış olur(83). Metallerde ise, alaşımın bileşimine göre hazırlanan elektrolitlerle metal yüzeyinden, alaşıma giren elementin bir tanesi aşındırılarak yüzey pürüzlendirilir. Böylece reçinenin tutunma alanı da artmış olur(60). İşlem, yüzeydeki tüm kristallerin aşındırılması şeklinde olursa alanda artma olmaz ve buna bağlı olarak da tutuculuk azalır(52). Elektrolitik 'etching'leme yöntemi köprü tipi adeziv restorasyonlar için ilk defa 1982 yılında Maryland

üniversitesinde uygulanmıştır. Bu nedenle bu tür köprüler Maryland köprüler olarak isimlendirilmiştir(85).

ELEKTROLİTİK 'ETCHING'LEME YÖNTEMİ

Elektrolitik 'etching'leme işleminde önemli olan faktörler şu şekilde özetlenmektedir:

- 1- Kullanılan alaşımların özellikleri,
- 2- 'Etching' çözeltisi,
- 3- Birim yüzeye düşen akım şiddeti,
- 4- 'Etching'leme süresi(85).

1- Alaşımların Özellikleri: 'Etching'leme işleminde elektropozitivitesi yüksek olan alan daha çok etkilendir. Çok fazlı alaşımlarda, fazlar arasında potansiyel farkı vardır. Tek fazlı alaşımlarda veya soy metallerde ise, kristal çeperi ile iç yapısı arasında potansiyel fark oluşmaktadır. Bu nedenle, çok fazlı alaşımlar soy metallerde veya tek fazlı alaşımlara göre daha kolay pürüzlendir(52). Maryland köprülerde kullanılan soy olmayan alaşımlar 3 grupta toplanır:

- I- Ni-Cr-Be,
- II- Ni-Cr,
- III- Cr-Co.

Bu alaşımlar arasında en fazla pürüzlendirme Ni-Cr-Be alaşımlarında elde edilmektedir(127). Bu tip alaşımlarda pürüzlendirme daha fazla miktarda Be içeren bölgelerde Be'un tümüyle ortadan kalkması ile oluşur. Be daha az içeren alanlarda ise daha az aşınma olur(132). Ni-Cr alaşımlarında ise pürüzlendirme daha azdır. Bunun sonucu olarak da reçinenin metale tutunması daha zayıftır. Ancak bileşimlerinde Be olmaması, biyolojik bir avantaj olarak kabul edilmektedir(82).

Ni-Cr-Be alaşımlarının toksisitesi nedeniyle bazı araştırmacılar Cr-Co alaşımlarını önermektedir. Cr-Co alaşımlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri yüksektir. Ancak bunlarla yapılan dökümlerde, Ni-Cr-Be alaşımları ile yapılan dökümler kadar netlik sağlanamamaktadır. Başlangıçta Cr-Co alaşımlarında 'etching'leme işlemi çok başarılı olmamıştır. Fakat daha sonraları yapılan çalışmalar sonucu Cr-Ni alaşımlarına ait sonuçlara yakın sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir(38,41).

Tüm kıymetsiz alaşımlarda 'etching'lemeye bağlı olarak gri rengine yakın bir renk oluşmaktadır. Bu renkleşme, özellikle ön bölgede estetik açıdan sorun yaratmaktadır(88).

Yarı kıymetli Pd esaslı alaşımlar, elektrokimyasal olarak HNO₃ ile 'etching'lenmektedir. Bunların üzerine geleneksel reçineler başarılı bir şekilde bağlanmaktadır. Pd-Cu alaşımlarında bu bağlantı daha da kuvvetli olmaktadır. Ayrıca yarı kıymetli bu alaşımların doku uyumu ve estetiğın sağlanmasında da avantajları vardır(82).

2- **'Etching Çözeltisi'**: Değişik konsantrasyonda çeşitli çözeltiler kullanılabilir, genellikle Ni-Cr-Be alaşımları için % 10 H₂SO₄, Ni-Cr ve Cr-Co alaşımları için % 5 N HNO₃ kullanılmaktadır.

3- **Akım şiddeti**: Çözeltiye ve alana göre değişmektedir. Örneğın, HNO₃ için 1 cm²'lik alana 250 mA olacak şekilde hazırlanmaktadır.

4- **Süre**:1-25 dakikadır. Ancak yapılan son çalışmalarda 5 dakikalık sürenin yeterli olduğu bildirilmektedir(85).

Bazı araştırmacılar, Be içeren alaşımlarla çalışıldığında, elektrokimyasal 'etching'lemeden önce, ısıl işlem uygulamasını önermektedir. İşlem sonucu yüzeyde BeO oluşmaktadır. BeO kaplı yüzeyde 'etching'lemenin daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Estetik malzeme kullanılmayan periodontal splint ve ortodontik yer tutucularda ısıl işlem önerilmektedir. porselen çalışmalarında bu işleme gerek yoktur. Çünkü oksidasyon porselenin pişirilmesi sırasında oluşmaktadır(90).

Be'lu alaşımlarla yapılan Maryland köprüler dayanak dişlerden ayrıldığında, tekrar 'etching'lemeden önce ısıl işlem yapılması önerilmektedir. Böylece ilk 'etching'leme sonucu azalmış olan küçük molekülü Be yüzeye doğru hareket ederek tutuculuğu artıracaktır(105).

'Etching'lenen metal yüzeyine, 'bonding'in etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada; bir gruba 'bonding' polimerize olduktan sonra kompozit reçine uygulanmış, diğereine ise 'bonding' polimerize olmadan kompozit uygulanmıştır. Sonuçta 'bonding'in polimerizasyonunun retansiyonda etkili olmadığı açıklanmıştır(24). Diğer bir çalışmada ise 'bonding' sürüldükten sonra hava basıncı sıkılması sonucu retansiyonun arttığı belirtilmiştir. Buna neden, hava basıncı ile 'bonding', yüzeyi daha iyi ıslatmakta ve tüm mikro retansiyonlara daha iyi tutunmaktadır(45). 'Etching'lenmiş restorasyonların simantasyonundan sonra tesviye ve cila işlemlerinden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Çünkü, işlem sıra-

sında ortaya çıkan ısı ve darbeler metal-reçine-mine bağlantısını olumsuz yönde etkiler. Bu işlemlerin yapılmasının zorunlu olduğu durumlarda, hava ve su spreyi kullanılmalıdır(26).

Elektrokimyasal 'etching'leme yöntemi ile başarılı sonuçlar elde edilmektedir(2,16,18,23,27,29,44,51,58,72,91,99,110,145,146,158). Ancak bu yöntem için özel apacey gereklidir. Hassas bir çalışma yapılmalıdır. Ayrıca yüzey alanının hesaplanması zordur. Bu nedenle bazı araştırmacılar alternatif yöntemler geliştirmişlerdir(37).

KİMYASAL 'ETCHING'LEME YÖNTEMİ

Livaditis(87) isimli araştırmacı 1986 yılında özel apaceye gerek duyulmadan yapılabilen kimyasal 'etching'leme yöntemini önermiştir. Bu yöntemde 'etching'lenecek metal, uygun çözelti içinde yeterli sürede bekletilerek uniform bir 'etching' yüzeyi sağlanmış olur.

Yöntemin Avantajları

- 1- Fazla miktarda kimyasal çözelti gerektirmemesi,
- 2- Asit açığa çıkma oranının az olması,
- 3- Birden fazla restorasyonun aynı anda 'etching'lenmesi ve
- 4- Daha ekonomik olmasıdır(42,75,76,78,87).

Araştırmacılar, kimyasal 'etching' solüsyonu ile Be tüm Ni esaslı alaşımların kolaylıkla 'etching'lenebileceğini, ancak Cr-Co alaşımlarının sert olmaları nedeni ile elektrokimyasal yöntemle 'etching'lemeleri gerektiğini belirtmektedir(37,49).

Elektrokimyasal ve kimyasal 'etching'leme yöntemleri ile elde edilen retansiyon değerini karşılaştıran çalışmalar yapılmıştır. Doukoudakis(38) yaptığı çalışmada elektrokimyasal 'etching'lemenin kimyasal 'etching'lemeden daha yüksek sonuçlar verdiğini belirirken, Kreuger(76) ve Kiyunu(78) ise arada anlamlı fark olmadığını bildirmektedirler. Yine Lowe(89), Jordan(71) ise kimyasal 'etching'lemenin daha kolay bir yöntem olduğu için tercih edilmesi gerektiğini savunmaktadır. Mustafa El Sherif(42) ve Gus livaditis(87) kimyasal 'etching'lemenin elektro 'etching'lemeden daha başarılı sonuçlar verdiğini ileri sürmüşlerdir.

KUMLAMA YÖNTEMİ

'Etching'lemeye alternatif olarak basit bir yöntem olan kumlama önerilmiştir. Kumlama ile yüzeydeki birikintiler temizlenmekte, kompozitin yüzeyi daha iyi ıslatması sağlanmaktadır(43,84).

Pd-Co esaslı metal alaşımı üzerinde 60 milimikronluk kumlama yapılarak, farklı kompozitlerin mine ve metale olan bağlantıları incelenmiş ve kumlamanın yeterli bağlantıyı sağladığı bildirilmiştir(146).

Kumlama ve 'etching'leme yöntemlerinin Ni-Cr alaşımının bağlantı kuvveti üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, 'etching'leme ile daha yüksek bağlantı kuvveti elde edilmiştir. Ayrıca, kopma yüzeyleri, mikroskopta incelendiğinde kumlanan yüzeyde siman retansiyonunun daha az olduğu bildirilmiştir(157).

MAKROMEKANİK RETANSİYONLAR

Yüzeydeki mikromekanik retansiyonların kontrolü zordur. Bu nedenle bazı araştırmacılar mekanik retansiyonlar kullanmışlardır. Makromekanik retansiyon için:

- 1- Partikül pürüzlendirme metodu (Virginia dizayn)(63,100),
- 2- Pöröz metal kaplama (İnzoma interzon materyali ile)(135,136,137),
- 3- Kristal bond sistem(15)

gibi yöntemler mevcuttur. Ancak bu yöntemler basit değildir. Bir çok değişkene bağlıdır. Buna rağmen elde edilen bağlantı değerleri, mikromekanik retansiyonlarda elde edilen değerlerden daha küçüktür. Bu nedenle fazla kullanılmamaktadır. Makromekanik retansiyonlardan en çok kullanılan, kafes sistemidir(55,130). Bunlar önceleri ortodontik braketterde kullanılmıştır. Daha sonraları reçine bağlantılı restorasyonlarda kullanılmaya başlanmıştır. Kafes retansiyonlar, çıplak gözle rahatlıkla kontrol edilebilirler. Tüm metal alaşımları üzerinde kullanılabilirler. Ancak kafes metal alt yapının kenarlarına kadar uzatılamaz. Buna bağlı olarak da mikrosızıntılar önlenememektedir(125).

MAKRO MEKANİK VE MİKRO MEKANİK YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

1- Kafes,
2- 'Etching',
3- Kafes üzeri 'etching'leme işlemleri uygulanarak yapılan bir araştırmada sistemlerin tutuculuk değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta:

a) Yarı kıymetli alaşımlarda kafes+'etching',
b) Kıymetsiz alaşımlarda kafes sisteminin en iyi sonucu verdiği belirtilmiştir(139).

Bu konuda yapılan bir başka araştırmada 'etching'leme ve kafes yöntemleri karşılaştırılmış, arada anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir(110).

Mikrosızıntıyı kafes ve 'etching'leme yöntemlerini kullanarak inceleyen Rothermal ve ark. 'etching'lemenin daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Çünkü restorasyonda metalin dişe tam adaptasyonu, ancak kenarlar sıfırlanarak sağlanmaktadır. Kafes retansiyonunda kenar bölgelerinde kafes yoktur ve bu bölgelerde kafes ile reçine arasında retansiyon sağlanamaz. 'Etching'leme yönteminde tüm metal yüzeyinde pürüzlenme vardır. Kenar bölgelerde de reçine ile metal arasında retansiyon sağlanmaktadır. Bu nedenle de mikrosızıntı olmamaktadır(125).

KİMYASAL RETANSİYON YÖNTEMLERİ

Gerek makro, gerekse mikro olarak hazırlanan tüm mekanik retansiyonlarda akrilik reçine ile metal yapı arasında zamanla mikrosızıntı, renkleşme oluşur. Tutuculuk zayıflar. Çalışmalarda bu dezavantajlar bildirilmektedir. Bunları önlemek için kimyasal bağlantı sağlanmaya çalışılmıştır(64).

Bu amaçla günümüzde özel aparat ve sistemler geliştirilmiştir.

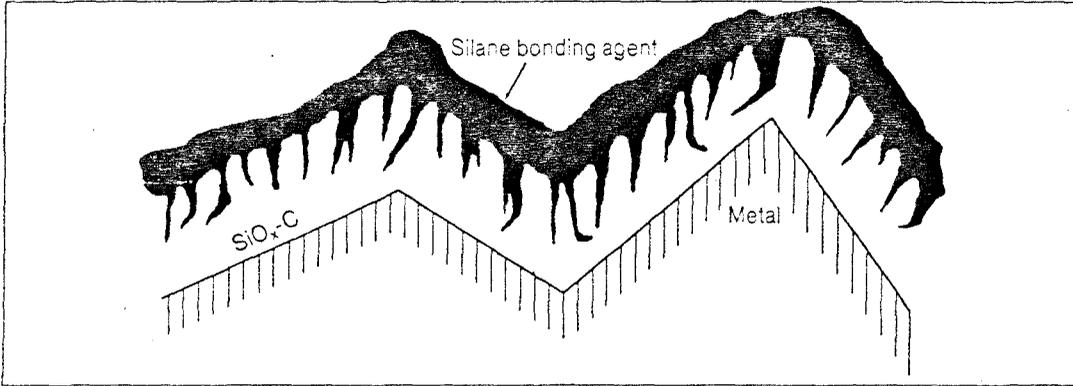
O.V.S. SİSTEMİ: O.V.S. kimyasal bağlantı sağlamak amacıyla geliştirilen bir sistemdir. Kıymetli alaşımlarda 'etching'leme işlemi zordur. Bu nedenle 'etching'leme yönteminde, kıymetli metal yüzeyi elektroliz yoluyla Sn ile kaplanır ve okside edilir. Sn kristalleri yüzey alanını artırır ve reçinenin mikromekanik olarak tutunmasını sağlar. Aynı zamanda yüzeyin oksidasyonu nedeniyle kalay oksit ile reçine arasında kimyasal bir bağlantı oluş-

maktadır. Kalay tabakası 1-3 milimikron kalınlığında olduğu için, metalin dişe uyumunu etkilemez. Bu yöntemde de 'etching'lemede olduğu gibi, yüzey havadan veya parmaktan kolaylıkla nem kapabilir. Diğer taraftan kalay kaplama, basit bir yöntem değildir. Bu dezavantajlarına rağmen, kalay kaplama, afaşımın tipine bağlı değildir ve işlem 3 dakikada tamamlanır. Bu nedenle de OVS sisteminin 'etching'leme yönteminden üstün olduğu ileri sürülmektedir(149,150).

SİLAN YÖNTEMİ

Silan, silisyumun hidrojenle yaptığı bileşiklerin tanımlaması olarak kullanılan kelimedir. Bunlar silisyum halojenürlerin lityum alüminyum hidrür ile veya metal silisürlerin asitlerle işleme sokulmasıyla elde edilirler(11).

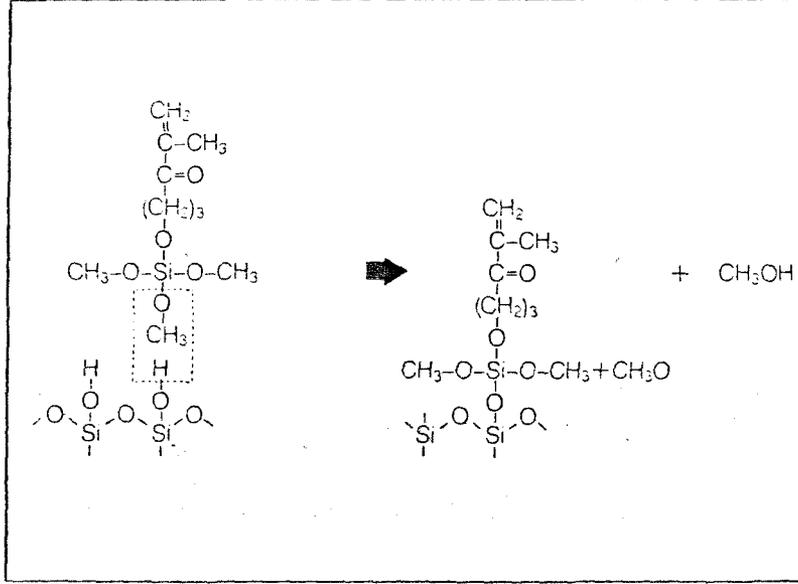
Silanlar, PMMA, BIS-GMA veya silikat camları ile kimyasal olarak bağlanırlar. 1970 yılı başlarında da metal reçine bağlantısı için kullanılmışlardır. Ancak metal yüzeyinde kimyasal bağ oluşmadığı için tutuculuk elde edilememiştir. 1982 de Musil ve Tiller yeni bir yöntem ortaya koymuşlardır. Bu yöntemde metal önce bir silikat tabakasıyla kaplanır. Bu tabaka, tüm metal yüzeyini kaplar. Üzerine silan sürüldüğünde oluşacak Si-OH grupları reçine ile kimyasal bağlantı yapacaktır (Şekil 1). Bu yöntem 1984 yılında SİLICOATER adı ile dişhekimliğine girmiştir(102,103).



Şekil 1

Silicoater sisteminde metal - SiO_x-C-silan bağlayıcı-opaker ilişkisi

Silicoater sistemi, silan esaslı bağlantı ajanlarının silikat camlara ve reçinelerle kimyasal bağ yapması esasına dayanır. Bu bağlantının oluşumu esnasında metanol açığa çıkar(20,80,81,104,134) (Şekil 2).



Şekil 2

Silicoater sisteminde silan bağlayıcının SiO_x-C ve kompozit reçine ile yaptığı reaksiyon sonucu kimyasal bağ oluşması

Bu teknik adeziv restorasyonlarda da kullanılmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir(57,120,121,122). Ancak, Si-H bağı çok zayıf olduğundan silan, hava ve neme karşı çok duyarlı olup, SiO₂ oluşturmak üzere reaksiyona girer(11). Bu nedenle bu sistemle elde edilen yüzey, özelliğini yarım saat koruyabilmektedir. Adeziv restorasyonlar bu süre içinde ağıza uygulanmalıdır. Simantasyon için beklenmesi gerekiyorsa hazırlanan yüzey üzerine opak kalın bir tabaka olarak sürülür. Simantasyondan önce bu tabaka opak likiti ile temizlenerek kaldırılır(57).

Avantajları:

- 1- Kolay hazırlanması,
- 2- Kimyasal madde kullanılmaması,
- 3- Tüm alaşımlara uygulanabilmesidir(120).

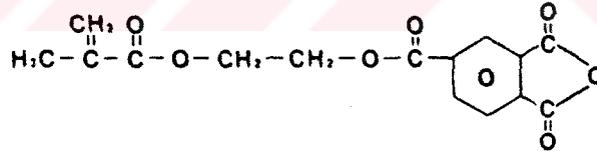
DİĞER YÖNTEMLERLE KARŞILAŞTIRMA

Elektrokimyasal 'etching'leme, kimyasal 'etching'leme ve silicoater yöntemlerindeki bağlantı kuvvetleri karşılaştırılmış ve en yüksek sonuçlar silicoater yönteminde alınmıştır(20,21,81,121,134). 'Etching'lenen yüzey üzerine silicoater yöntemi uygulandığında,

- a) Mikroretansiyonlara fiziksel kuvvetler ile bağlanır,
- b) Oksit tabakası ile de kimyasal bağlantıyı sağlar(77).

Tzee Hwai Lin(84) tarafından yapılan çalışmada metal yüzeyinde kumlama, oksidasyon ve 'etching'leme işlemleri uygulanarak, bunların Panavia-Ex ile bağlantısını incelenmiştir. Kumlama ile daha yüksek değerler elde edilmiş ama bu farkların anlamlı olmadığı bildirilmiştir. Ancak kumlama tekniği, 'etching'lemeye göre daha ekonomik ve kolaydır. Kumlamada, mekanik olarak artıklar temizlenir ve yüzey adeziv tarafından daha kolay ıslatılır. Oksidasyon ve 'etching' teknikleri karşılaştırıldığında, oksidasyon yöntemi daha kolaydır, fakat her iki yöntemde de yüksek standart sapmalar vardır. Diğer taraftan oksidasyon ve 'etching' tekniklerinde yüzeyi ve oksit film kalınlığını inceleyen parametrelerin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Panavia-ex ile ilgili klinik ve SEM araştırmalarında mineyle olan bağlantısının metallere olan bağlantısından daha kuvvetli olduğu belirtilmiştir(47,48).

2- 4-Meta: Kimyasal adezyon sağladığı belirtilen diğer bir reçine, Japon literatürlerinde 4-Meta olarak geçen, erime derecesi 95 ile 96 arasında değişen beyaz kristal bir tozdur(68). Kimyasal olarak Metakri oksi etil trimellitat anhidrit olarak isimlendirilir (Şekil 4)(3).



Şekil 4

4-Meta'nın açık formülü

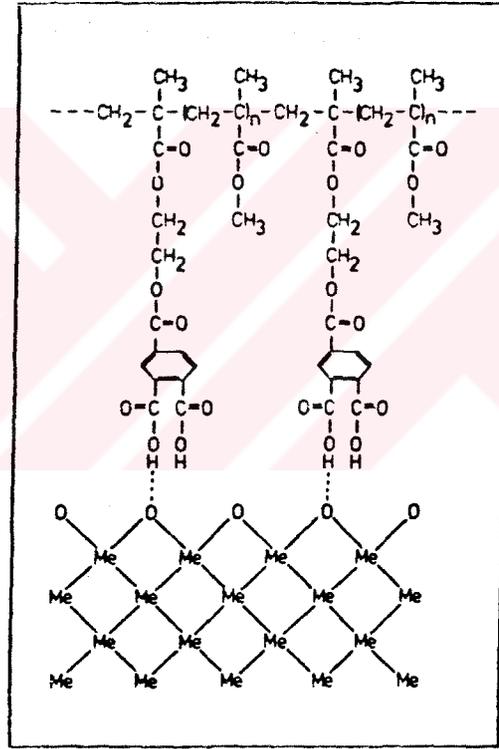
4-Meta adlı preparat ilk defa Tokyo Üniversitesi'nde protez kaide reçinesi içine ilave edilerek kullanılmıştır ve metal alt yapıyla kuvvetli bağlantı sağladığı belirtilmiştir(68). Diş yapısıyla olan bağlantısını, önce 1978 yılında Takeyama(68) incelemiş ve 4-Meta akrilik reçinenin, % 60-65'lik fosforik asit ile 'etching'lenmiş sığır diş minesine kuvvetli bağlantı sağladığını bildirmiştir.

1982 yılında Nakabayashi ve ark.(106) polimer olarak 0.005 gr kısmen okside tri n butyl büranla monomer olarak da % 5'lik 4-Meta kullanarak mine ve dentine bağlantısını incelemişlerdir. Araştırmalarında diş yüzeylerini % 10 sitrik asit ve % 3 ferrik klorid solüsyonlarıyla 'etching'lenmesiyle 4-Meta'nın bağlantı sağladığını bildirmişlerdir.

Kuron-köprü restorasyonlarında, opak reçine olarak kullanımlarını 1981 yılında ilk kez Tanaka ve ark.(141) incelemişler ve metal yüzeyinde oksitle bağlantı sağladığını belirtmişlerdir.

SEM çalışmalarında hidrofobik ve hidrofilik yapıda bir monomer olan 4-Meta'nın sert dokulara afinitesi olduğu görülmüştür(106).

4-Meta içeren reçine, metal alaşımlarıyla kuvvetli bağlantı sağlar(112). Bu bağlantıda metal yüzeyinde oluşan oksit tabakasının etkili olduğu ileri sürülmektedir. Oluşan bağlantı Şekil 5'de açıklanmıştır.



Şekil 5

4-Meta'nın açık formülü ve metal yüzeyindeki oksit tabakaları ile yaptığı bağlantı

Hidrojen atomu karboksil grubu ve metal oksitin oksjeni arasında köprü görevi yaparak kimyasal bağlantı sağlamaktadır(93).

Metal yüzeyinde oksit tabakasını oluşturabilmek için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bunlardan biri elektroliz yöntemidir. Ancak elektroliz için özel apaney gerekir. Bu ne-

denle oksitleyici çözeltilere batırılarak oksitleme yapılması tercih edilmektedir. Önceleri Cr-Ni esaslı alaşımlarda çalışılmıştır. % 61'lik HNO₃ çözeltisinde 15 saat bekletilerek oksidasyon yapılmıştır(141). İşlemin daha kısa sürede tamamlanması için değişik çözeltiler kullanılmıştır. % 3'lük sülfirik asit ile % 1'lik potasyum permanganat çözeltisinde, oda ısısında 2 dakikalık süre ile yapılan oksidasyon yeterli olmaktadır. Yüksek miktarda Cr içeren Cr-Co alaşımlarında oksit tabakası oluşması için ultrasonik temizleyicide yıkamak yeterlidir. Çünkü Cr ultrasonik yıkama sırasında suda çözülmüş düşük konsantrasyondaki oksijenle kolaylıkla reaksiyona girer ve oksit tabakası oluşur. Bu çalışmalarda, 4-Meta'nın adeziv restorasyonlarda başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür(142).

Kıymetli alaşımlar üzerinde yapılan çalışmalarda, 4-Meta'nın, tip IV altın alaşımında ve Au-Ag-Pd alaşımlarındaki retansiyonu incelenmiştir. Araştırmada her iki alaşımdan elde edilen örnekler, iki gruba ayrılmıştır:

1. grupta çift ısıtma metodu uygulanmıştır. Bu metotta örnekler, 800°C'de 1 saat ısıtılıp yıkandıktan sonra 650°C'de 10-20 dakika tekrar ısıtılarak oda ısısında soğumaya bırakılır.

2. grupta ise tek ısıtma mtodu kullanılmıştır. Bu metotta, 400°C'de 3-5 dakika ısıtılıp, oda ısısında soğutulur. Bu ısıtmalarla Cu içeren altın alaşımlarında yüzeyde bakır oksit, Zn içeren altın alaşımında ise çinko oksit oluşmaktadır. Ancak bu oksit tabakasının, istenilenden ince olduğu durumlarda 4-Meta ile reaksiyonu zayıflamakta, kalın olduğunda kohesiv kopmalar oluşmaktadır. Araştırmada yapılan çekme deneylerinde, 2 yöntem arasında anlamlı fark bulunamadığı belirtilmektedir. Ancak tek ısıtma mtodunun düşük ısıda olması, kısa sürmesi, çok sayıda altın alaşımında uygulanabilmesi nedeniyle, klinik açıdan kullanılması önerilmektedir(144).

Ohno(113) isimli araştırmacı, kıymetli alaşımlarla 4-Meta bağlantısını sağlamak amacıyla basit bir yöntem geliştirmiştir. Likit halinde Ga-Sn alaşımı 3-6 mikron kalınlıkta olacak şekilde metal yüzeyine sürülerek yüksek bağlantı elde edilmektedir. Au, Pt, Ag, Pd ve Cu metalleri üzerine Ga-Sn alaşımı sürülmüştür ve 25°C'de 1 dakika sürede difüze olmuştur. En iyi difüzyon Ag metalinde elde edilmiştir. Ga-Sn alaşımı metal yüzeyinde difüze olur. Ancak oksitleri difüze olmaz. Bu ince oksit tabakası kimyasal bağlantıda önemli rol oynamaktadır. Sonuçlarda görülen kohesiv kopmalar ise adezyon kuvvetinin reçinenin kendi direncinden daha yüksek olduğunu gösterir.

Tanaka ve ark.(143) kıymetli alaşımlarda kullanılan oksitleme yöntemlerinde,

yüksek ısı kullanıldığından, plastik gövdelerde bu yöntemin uygun olmadığını belirtmişlerdir. Kıymetli ve kıymetsiz alaşımlarda kullanılabilen yeni bir oksidasyon yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemde düşük vakumlu bir ortamda elektrottan atom emilmesi gerçekleşir. Elektrod olarak hangi metal kullanılırsa o metalin oksitleri, kaplanacak olan alaşımın yüzeyinde birikir. Bu konuda yapılan çalışmada, tip IV au ve Ni-Cr-Be alaşımı kullanılmıştır. Alaşım örnekleri, kumlama yapıldıktan sonra, 25 mm uzaklığa Sn elektrod yerleştirilmiştir. 10 mA akımda 4 dakika sonunda SnO kaplanması gerçekleşmiştir. 4-Meta ile bağlantısı çekme deneyi yapılarak incelenmiştir. Sonuçta diğer yöntemlerinkine benzer sonuçlar alınmıştır. Matsumura ve ark.(94) farklı metal alaşımları üzerinde değişik yöntemler kullanarak metal-4-Meta reçinesi bağlantısını incelemişlerdir. Tip III kıymetli metal alaşımı üzerinde 4 farklı yöntem uygulamışlardır. Bunlar:

- 1- kumlama,
- 2- 400°C'de 4 dakika bekletmek yoluyla ısıtma işlemi,
- 3- kalay kaplama,
- 4- daha önce Tanaka'nın uyguladığı yöntemle düşük vakumlu bir ortamda Cu elektrottan atom emilmesi ile bakır kaplama yöntemleridir.

Ni-Cr ve Cr-Co alaşımlarında ise;

- 1- kumlama
- 2- Cu kaplama olacak şekilde 2 yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler makaslama deneyleri yapılarak karşılaştırılmıştır.

Tip III Au alaşımlarında en yüksek değerler, ısıtma ve Sn kaplama yöntemlerinde elde edilmiştir.

Ni-Cr, Cr-Co alaşımları üzerinde bakır elektrod kullanılarak yapılan kaplama işlemi sonucunda 4-Meta reçinesi ile kuvvetli bağlantı değerleri elde edilmiştir. Bu işlemler sonucunda metal-reçine arasında mekanik retansiyona gerek duyulmadığı ve sızıntı oluşmayacağı belirtilmiştir.

Barzilay(9) metal yüzeyi üzerinde plastik tutunması ile ilgili çalışmada, kimyasal ve mekanik yöntemleri karşılaştırmıştır. Kimyasal yöntem olarak:

- 1- silicoater sistemi,
- 2- 4-Meta
- 3- Gold-Link sistemi,

Mekanik yöntemde:

- 1- 'etching'
- 2- inci retansiyonunu kullanmıştır.

Silicoater sistemi ve 4-Meta diğer yöntemlerin hepsinden daha yüksek sonuçlar vermiştir. Ancak 4-Meta ile ilgili deneylerin sonucunda oksidasyon işlemi uygulanmamış yüzeylerde, daha yüksek değerler alınmıştır. Çünkü metal yüzeyinde yapılan kumlama işleminin oksit tabakasının tutunması için yeterli olmadığını belirtmiştir. Makaslama deneyleri sonucunda 4-Meta, oksit tabakası ile birlikte metal yüzeyinden ayrılmıştır.

Metal yüzeyinde oluşturulan oksit tabakasının, altındaki metal alaşımına bağlanması gerekmektedir. Metal-oksit arası bağlantıyı sağlamak için kumlama işlemi yapılmıştır. Ancak bazı araştırmacılar, kumlamanın yeterli olmadığını bildirmişlerdir(9).

Araştırmacılar, 4-Meta opak reçinenin çalışmasının kolay olduğu, alttaki metalin rengini kapatmada çok etkili olduğu ve normal opak reçinelere göre dişeti iritasyonunun daha az olduğunu bildirmişlerdir(141).

4-Meta'nın hareketli parsiyel restorasyonlarda kullanımı incelenmiştir. Geleneksel protez kaide maddesi ile Cr-Co alaşımı arasında, kimyasal bağlantı sağlanamamasının önemli bir problem olduğu belirtilmiştir. Kimyasal bağlantı sağlamak amacıyla yapılan çalışmada, düz ve kafesli metal yüzeylerinin 4-Meta ile bağlantısı incelenmiştir. Düz metal yüzeyine 4-Meta uygulanmasıyla, en yüksek değerler elde edilmiştir(67).

AMAÇ

1970 yıllarından itibaren daha az diş maddesi aşındırılarak yapılan Maryland köprüler, protetik diş tedavi sistemlerinin rutin çalışmalarına yavaş yavaş girmiştir. Bu tip köprülerin dişe yapıştırılması, mine üzerinde yapılan etching yöntemleriyle istenilen nitelikte bağlantı sağlayarak fazla bir sorun yaratmaktadır. Hatta son zamanlarda kontrollü etching diye adlandırılan lazer ile yapılan 'etching'lerde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Köprülerin desimante olmaları daha çok metalin simandan ayrılması ile ortaya çıkmaktadır. Bu sorunu çözmek için, başlangıçta makroretansiyonlar önerilmiş, daha sonra bazı araştırmacılar elektroetching yöntemi ile daha iyi sonuçlar alınacağını ortaya koymuşlardır. Bu tip bağlantılar mikro retansiyonlar ile elde edilmiştir(85). Buna karşılık kafes şeklinde makro retansiyonla da olumlu sonuçlar alınmıştır(130). Ancak tüm bu çalışmalarda metalin simana bağlantısı, fiziksel kuvvetlerle elde edilmiştir. Daha sonra yapıştırıcıların metal yüzeyine kimyasal olarak bağlanmasını sağlayan Silicoater sistemi ortaya konmuştur(102). Bunu takiben Tanaka(141) metal yüzeyini oksitleyerek geliştirilen oksit türevli bir yapıştırıcının kimyasal bağlarla metale bağlandığını ileri sürmüştür.

Biz bu araştırmamızda metalle yapıştırıcı arasındaki fiziksel ve kimyasal bağların hangi koşullarda maksimuma ulaşabileceğini karşılaştırmalı olarak sağlamayı amaçladık. Bunun için uygulanan sistemlerde metalin türünün oksidasyonun ve bugüne dek olduğu kabul edilen difüzyonun, metalin yapıştırıcıya bağlanmasında bir parametre mi yoksa, bunların bağlantıda 1'nci değışmez faktörler mi olduğunu belirlemeye çalıştık.

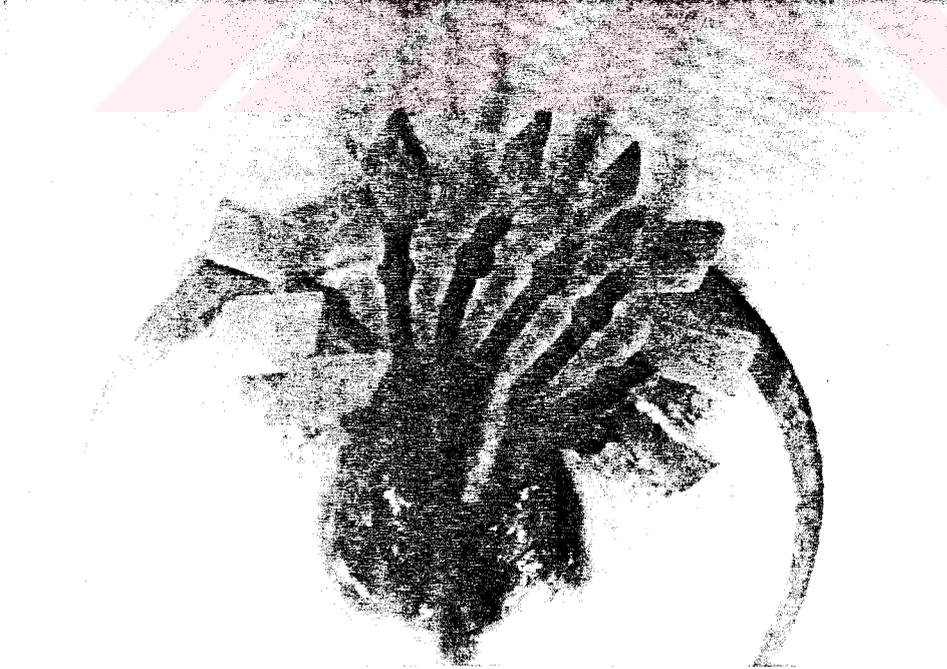
Bunu sağlamak için de inert atmosferdeki difüzyonun bağlantıdaki işlevini inceledik. Ayrıca bu çalışmada yüzey enerjisi ile yapıştırıcının fiziksel ve kimyasal karakterinin ne olduğunu saptamayı amaçladık.

MATERYAL ve METOD

Maryland köprülerin uygulamasında çok sık kullanılan metal-kompozit bağlantısı konusunda yapılan çalışmalar, iki bölümde tamamlandı.

1- ELEKTRON MİKROSKOBU ÇALIŞMALARI

Deneyler için pembe mumdan 10x10x2 mm boyutlarında plakalar hazırlandı. Bunlara köşelerinden döküm sapları yerleştirildi. Döküme almak için, döküm konisine 10'ar adetlik gruplar halinde tespit edildi (Şekil 6). Fosfat bağlayıcı özel likitli revetman* vakumda karıştırılarak mum maketler manşete alındı.



Şekil 6

Revetmana alınmak üzere döküm konisine bağlanmış mum maketler

* Bellavest, Bego, Almanya.

Manşetler ısıtma fırınında* kurallara uygun olarak ısıtıldı. 950°C'de 2 saat beklendikten sonra Cr-Ni** alaşımı kullanılarak endüksiyon akımlı döküm apareyinde*** dökümler yapıldı. Manşetler oda ısısında soğuduktan sonra açılarak dökümler çıkarıldı ve kumlandı (Şekil 7).



Şekil 7

Dökümden çıkmış ve kumlama yapılmış plakalar

Örnekler bilinen yöntemlerle tesviye edildi. Tüm örnekler elektrokimyasal işleme**** Sn kaplandı. Örnekler 30 adetlik iki gruba ayrıldı.

1. gruptakilere argon atmosferi altında***** (Grup I),
2. gruptakilere havada, difüzyon işlemi uygulandı (Grup II).

Argon atmosferinde Difüzyon

30 adet örnek aralarında 10 adetlik 3 gruba ayrıldı.

-
- * Midiherm T H, Bego, Almanya.
 - ** Wirolloy Bego, Almanya.
 - *** Fornaks 35K Bego, Almanya.
 - **** ILM Labor, Electrolyser, Almanya.
 - ***** Strohleln, Almanya.

1. grup fırında argon atmosferi altında, oda ısısından 100°C'ye kadar ısıtıldı ve bu ısıda 15 dakika bekletildikten sonra fırın kapatılarak kendi kendine soğumaya bırakıldı.

2. grup da aynı yöntemle, 1000°C'ye kadar ısıtıldı. 30 dakika bu ısıda bekletildikten sonra fırın kapatılarak kendi kendine soğumaya bırakıldı.

3. grupta da aynı işlemler uygulandı. Fakat bu defa örnekler 1000°C'de 60 dakika bekletildikten sonra soğumaya bırakıldı (Tablo 1).

Tablo 1
Argon Gazı Altında Difüzyon Yapılan Grup

ORTAM	ARGON GAZI		
SÜRE (dak)	15	30	60
ADET	10	10	10

Normal Atmosferde Difüzyon

Diğer 30 örnek, 10'ar adetlik 3 gruba ayrıldı. Bu gruplardaki örnekler, argon gazı altında yapılan ısıtma yöntemi, bu defa normal atmosferde tekrarlandı (Tablo 2).

Tablo 2
Normal Atmosferde Isıl İşlem Uygulanan Grup

ORTAM	NORMAL ATMOSFER		
SÜRE (dak)	15	30	60
ADET	10	10	10

ÖRNEKLERİN ELEKTRON MİKROSKOBU* İÇİN HAZIRLANAMIŞI

Tablo 1 ve 2'de argon gazı ve normal atmosferde ısıtılarak işlemi tamamlanan örnekler, üçü ve dördü birarada özel kalıpta dikine bakalite gömüldü. Kaba tesviyesiden sonra yüzey, su zımparası ile düzeltildi. Dah a sonra, metal yüzeylerinin incelenmesinde kullanılan özel parlatma apareyinde, yüzeyler parlatıldı. Hazırlanan bu örneklerin yüzeyleri, elektron mikroskopunda incelemek için altın ile kaplandı.

* Jeol 733, Süperprob, Japonya.

Örnekler elektron mikroskopunda incelendi, argon ve hava atmosferinde 1000°C'de yarım saat bekletilen örneklerin fotoğrafları çekildi (Şekil 8, 9).

Sonuçlar kaydedildi (Tablo 3).

Elde edilen sonuçlara göreumlama yapılan örneklerin (Şekil10), kumlandıktan sonra Sn kaplanan örneklerin (Şekil 11), Sn kaplandıktan sonra argon atmosferinde 1000°C de yarım saat bekletilen örneklerin (Şekil 12), Sn kaplandıktan sonra hava atmosferli fırında 1000°C de yarım saat bekletilen örneklerin (Şekil 13), elektron mikroskopunda incelenerek yüzey fotoğrafları alındı.

2- METAL-KOMPOZİT BAĞLANTISININ İNCELENMESİ

Bu bölümde çalışmalar iki ana gruba ayrıldı.

- 1- Kalıp kaplanmış yüzelerin, metal-kompozit bağlantısındaki etkisi,
- 2- Makro ve mikro retansiyonların metal-kompozit bağlantısındaki etkisi.

1- Kalıp Kaplanmış Yüzeylerin Metal-Plastik Bağlantısındaki Etkisi

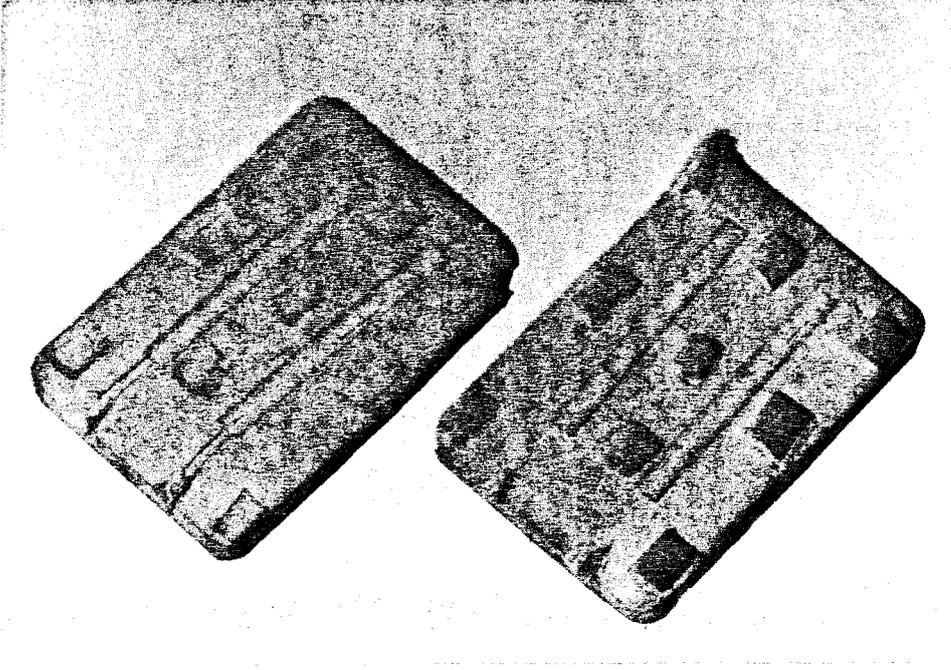
Bğlantı gücünü ölçmek için, bu grupta 240 adet metal çubuk kullanıldı.

Çubukların Hazırlanması

Çubuklarda standardizasyonu sağlamak için, mesingten 0.5 cm çapında 4.5 cm uzunluğunda 2 adet master çubuk hazırlandı. Sıcakta vulkanize olan kauçuk içine gömülerek kalıbı çıkarıldı (Şekil 14).

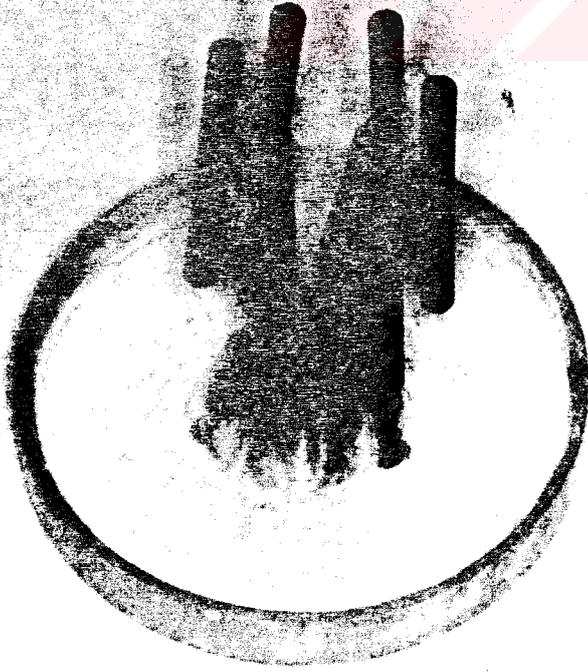
Bu kalıp içine 2 atmosfer basınç altındaki erimiş döküm mumu enjekte edilerek, mum çubuklar elde edildi. Çubuklar, 6'lı gruplar halinde, bilinen yöntemlerle, fosfat bağlayıcı revetmana alındı. Endüksiyonla çalışan döküm apareyinde döküldüŞekil 15a ve b).

Çubukların çapının eşit olması için, tümü tornada tesviye edildi. Daha sonra kumlanarak Sn kaplamaya hazır hale getirildi.

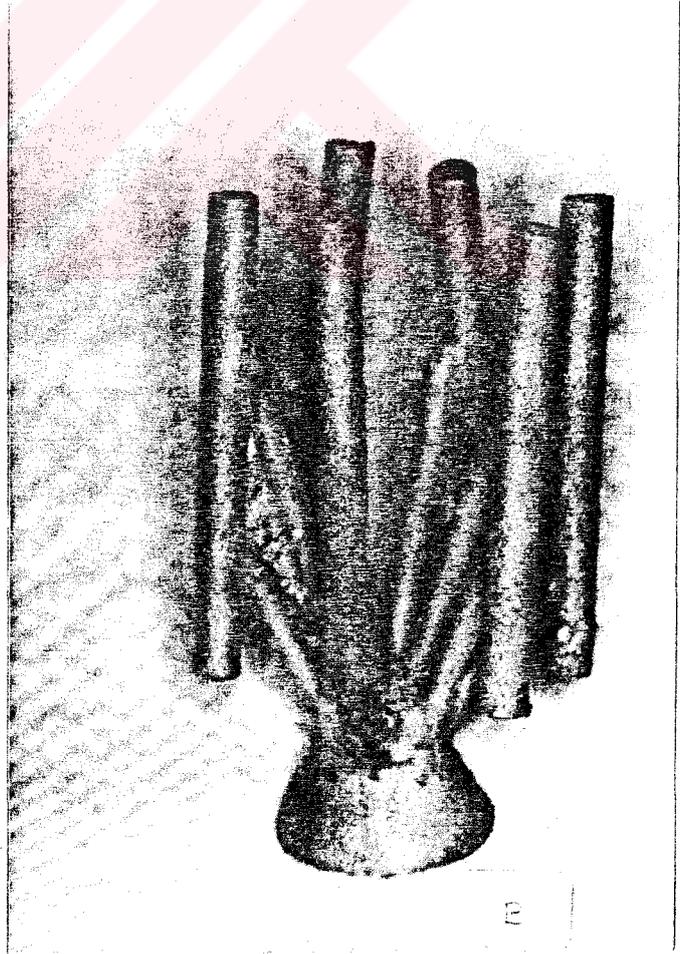


Şekil 14

Örneklerin yapımı için sıcakta vulkanize olan kauçuktan hazırlanan kalıp



A



B

Şekil 15A,B

A. Mumdan hazırlanmış örneklerin revetmana alınmak üzere döküm konisine bağlanmış hali
B. Örneklerin dökümden çıktıktan sonra kumlanmış hali

Sn Kaplanması

Tüm çubuklar, asitli Sn banyosunda 1 mikron kalınlığında Sn'la kaplandı.

1.1. Sn Kaplanmış Çubukların Deneyler İçin Hazırlanması

Bu bölümde, grupta ilk 6 grubu, Sn kaplanmış 120 adet örnek 7. grubu da 50 mikron çapında Al_2O_3 ile kumlama yapılmış 20 adet örnek oluşturdu. Her grup için aşağıdaki işlemler yapıldı.

1.1.1. Grup: Sn kaplanarak bırakıldı.

1.1.2. Grup: Sn kaplı örnekler argon gazı altında, oda ısısından $1000^{\circ}C$ 'ye kadar ısıtıldı. Bu derecede 15 dakika bekletildi. Fırın kapatılarak örnekler kendi kendine soğumaya bırakıldı.

1.1.3. Grup: Sn kaplı örnekler, argon gazı altında, 2. gruptaki işlemlerygulandı. Bu defa, $1000^{\circ}C$ 'de 30 dakika bekletildikten sonra, örnekler soğumaya bırakıldı.

1.1.4. Grup: Sn kaplı örnekler, argon gazı altında 2. ve 3. gruptaki koşullarda, 60 dakika süre ile $1000^{\circ}C$ 'de tutuldu ve sonra soğumaya bırakıldı.

1.1.5. Grup: Sn kaplı örnekler, 2. gruptaki gibi hazırlandı. Soğutulmuş örnekler, tekrar $1000^{\circ}C$ 'de hava atmosferinde 1 dakika süre ile oksidasyona tabi tutuldu.

1.1.6. Grup: Sn kaplı örnekler, hava atmosferinde, fırında kendi kendine soğumaya bırakıldı.

1.1.7. Grup: 50 mikron çapında Al_2O_3 kumu ile kumlama yapılmış örnekler, hava atmosferinde fırında $1000^{\circ}C$ ısıtıldı. 30 dakika bu ısıda tutuldu ve kendi kendine soğumaya bırakıldı.

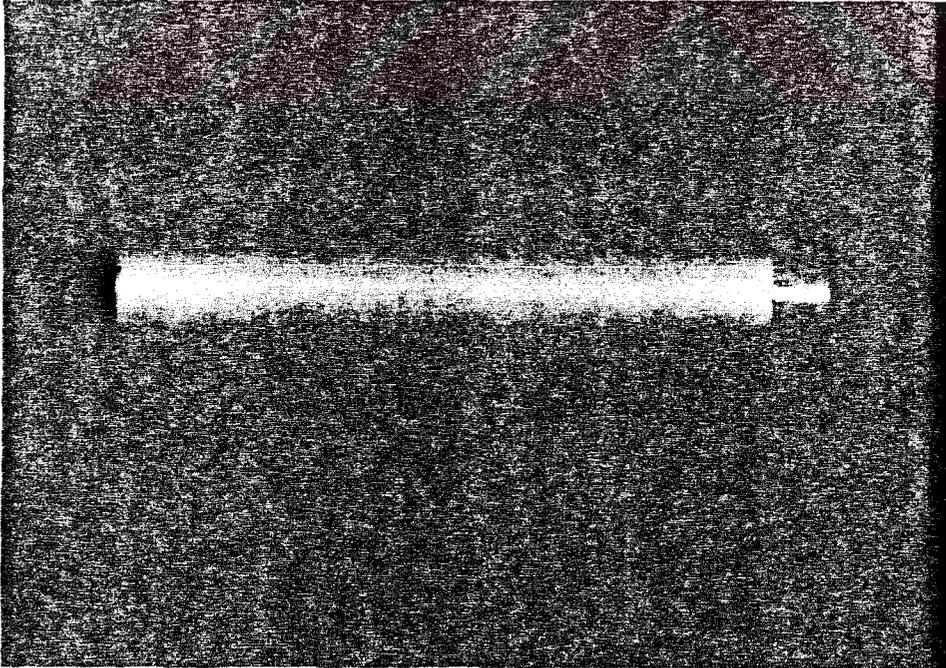
Yapılan bu çalışmalar Tablo 4'de görülmektedir.

Tablo 4
Sn Kaplanmış Örnekler Üzerinde Yapılan İşlemler

Örnek Adedi	Kaplanan Metal (sn)	SÜRE			ORTAM		İşlem Oksidasyon
		15	30	60	Argon	Hava	
20	+						
20	+	+			+		
20	+		+		+		
20	+			+	+		
20	+		+		+		+
20	+		+			+	
20			+				

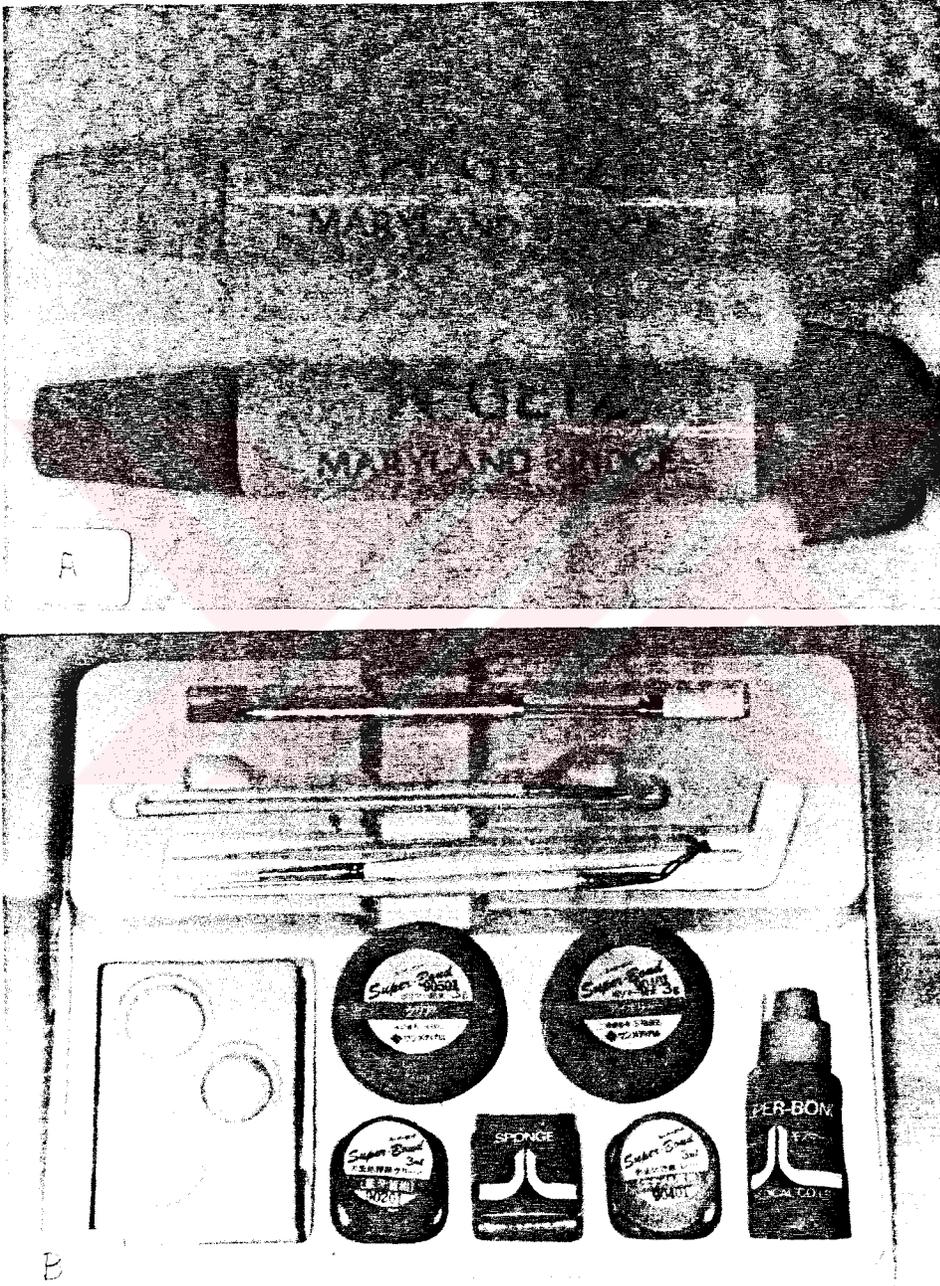
Metal Çubuklar Üzerine Kompozit Disklerin Hazırlanması

Örneklerin bir ucunda, 0.5 cm'lik kısım açıkta kalacak şekilde üzerlerine kendi kendine yapışan kağıtlar sarıldı (Şekil 16).



Şekil 16
Örnekler üzerinde eşit alan sağlamak için deney çubuğunun kağıtla sarılması

Gruplar 10 adetlik a ve b olmak üzere iki alt gruba ayrıldı: a grubundaki örneklere, çubukların açıkta kalan 0.5 cm'lik yüzeyine Maryland bridge adeziv*, b grubundakilere de Süper bod** sürülerek sertleşmeye bırakıldı (Şekil 17a ve b).



Şekil 17A,B

A. Yapıştırıcı olarak kullanılan Maryland Bridge Adhesive
B. Yapıştırıcı olarak kullanılan Super-bond

* Maryland Bridge Adhesive, Teledyne Getz, Elk Grove Village IL 600

** Super Bond C&B, Sun Medical Co., Ltd., Kyoto, Japan.

Örnekler üzerindeki kompozitlerin* sabit olması için, bronzdan master kalıp yaptırıldı. İki parçadan oluşan bu kalıbın, uzun parçası içine çubukların çapında ve 4 cm uzunluğunda bir delik açtırıldı. 2. parça bir halka şeklinde, 1.'nin üzerine geçmekte bir setle oturmaktadır. Bu parçanın 1. parça üzerinden itibaren yüksekliği, 0.5 cm'dir. Çubuk 1. parça içine yerleştirilmektedir. 2. parça yerine oturtulduğunda çubuğun Maryland Bridge Adeziv veya Super-bond sürülen üç bölgesi etrafında 1.3 cm çapında ve 0.5 cm yüksekliğinde bir boşluk oluşmaktadır. Böylece tüm kompozit disklerini standart olarak hazırlama olanağı sağlanmıştır (Şekil 18a,b,c,d).

I, II Silicoater Yöntemi Uygulaması

Silicoater yöntemi uygulaması 6 grupta yapıldı. Her grup 20 örnekten oluşmaktadır. İlk 4 gruptaki çubuklar, Sn kaplıdır. Son iki gruptaki örnekler ise, torna edilmiş ve kumlanmış çubuklardır.

I-II- 1. Grup: Sn kaplanmış olan örnekler, önce Silicleanle temizlendi. Havada kurutuldu. Sililink uygulandı. Silicoater MD aletine yerleştirildi. Kıymetsiz afaşımalar için önerilen 300+1°C'de 8 dakika 3. program uygulandı. Aletten çıkarıldı. Soğuması beklendi. Daha sonra Siliseal sürülerek kurutuldu.

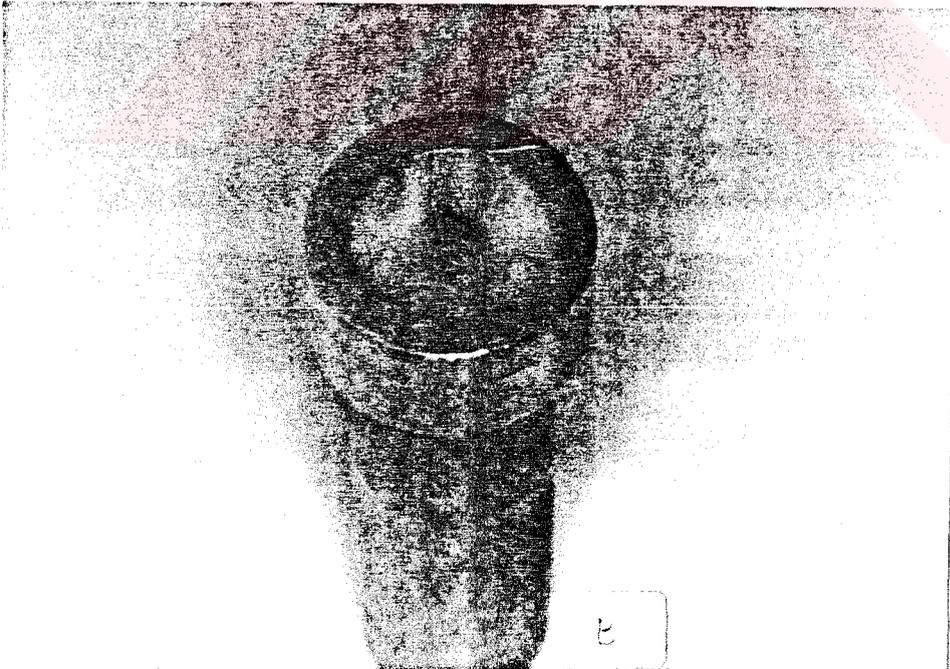
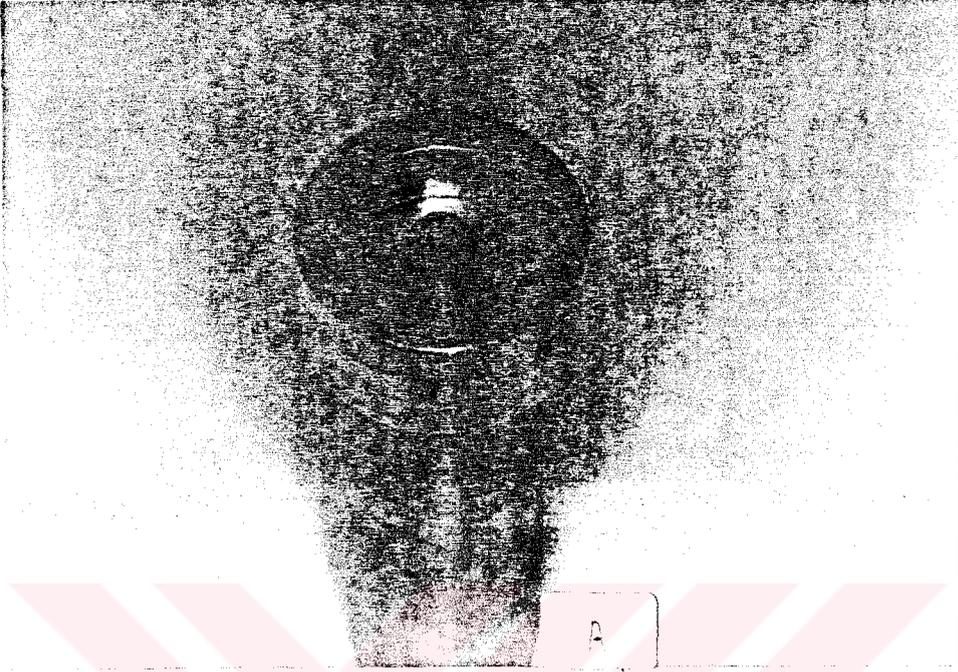
I-II- 2. Grup: Sn kaplanmış ve argon atmosferinde oda ısısından 1000°C'ye ısıtılan örnekler, 30 dakika bu ısıda tutuldu. Fırın kapatılarak kendi kendine soğumaya bırakıldı. Örnekler siliclean ile temizlendi. Havada kurutuldu. Sililink uygulandı. Silicoater MD aletine yerleştirildi. 3. program uygulandı. Aletten çıkarıldı, soğuması beklendi. Daha sonra Siliseal sürülerek havada kurutuldu.

I-II- 3. Grup: 2. gruptaki gibi argon atmosferinde hazırlandıktan sonra soğutulan örnekler, 1000°C de normal atmosferde 1 dakika bekletilerek okside edildi. Soğuduktan sonra siliclean ile temizlendi. Havada kurutuldu. Sililink sürülerek Silicoater MD aletine yerleştirildi. 3. program uygulandı. Aletten çıkarılarak soğuması beklendi. Daha sonra Siliseal sürülerek havada kurutuldu.

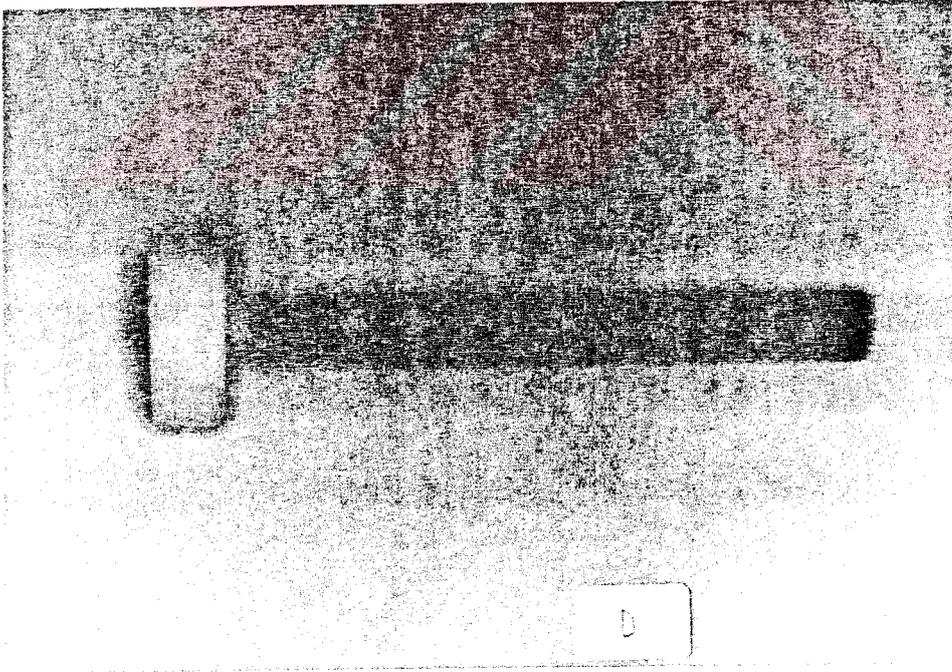
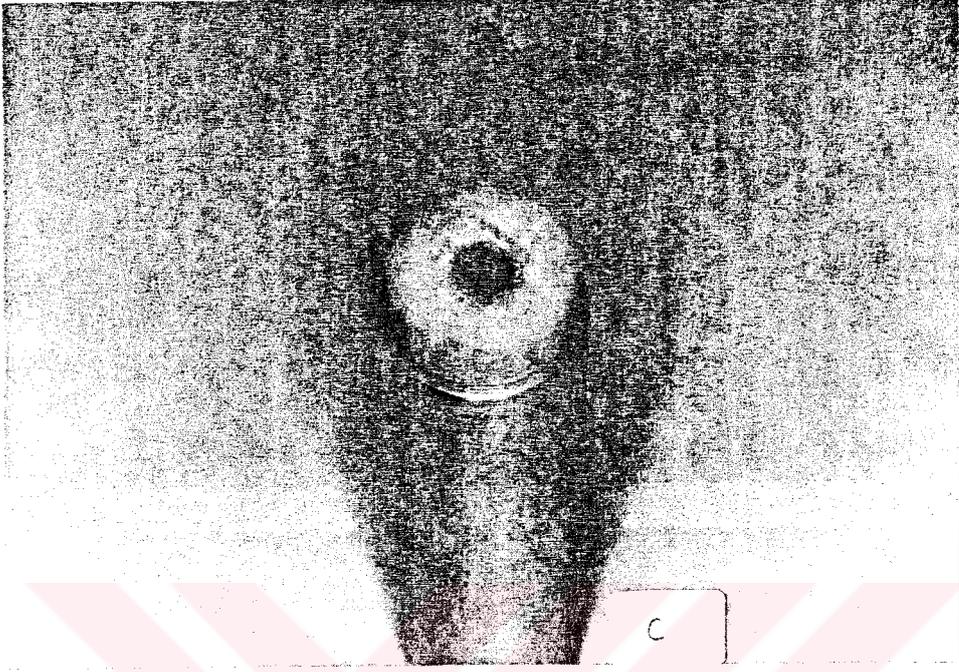
I-II- 4. Grup: Sn kaplı örnekler normal atmosfer ortamında oda ısısından 1000°C'ye kadar ısıtıldı. Bu ısıda 30 dakika bekletildi. Fırın kapatılarak kendi kendine soğumaya bırakıldı. Soğuyan örnekler siliclean ile temizlendi. Havada kurutuldu. Sililink sü-

* Concise 3M Dental Product, Amerika.

** Silicoater, Kulzer Inc., Almanya.



Şekil 18A,B



Şekil 18C,D

rülerek Silicoater MD aletine yerleştirildi. 3. program uygulandı. Aletten çıkarılarak soğuması beklendi. Siliseal uygulanarak havada kurutuldu.

I-II- 5. Grup: 250 mikron çapında Al_2O_3 kumu ile kumlanan örnekler saf suda yıkandı. Hava ile kurutuldu. Siliclean ile temizlendi. Havada kurutuldu. Sililink sürüldü. Silicoater MD aletine yerleştirildi. 3. programda işlem yapıldı. Aletten çıkarıldı. Soğuması beklendi. Daha sonra Siliseal sürülerek kurumaya bırakıldı.

I-II- 6. Grup: 50 mikron çapında Al_2O_3 ile kumlanan örnekler, normal atmosfer ortamında, fırında $1000^{\circ}C$ 'ye kadar ısıtıldı. bu ısıda 30 dakika bekletildi ve kendi kendine soğumaya bırakıldı. Siliclean ile temizlendi. Havada kurutuldu. Sililink sürülerek silicoater MD aletine yerleştirildi. 3. programda işlem yapıldı. Aletten çıkarıldı. Soğuması beklendi. Daha sonra siliseal sürülerek kurumaya bırakıldı.

Yapılan işlemler Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5
Silan Uygulaması Yapılan Gruplar

Örnek adetl	Kaplanan Metal (sn)	Süre 30 dak.	ORTAM		Oksidasyon	İşlem Silan
			Argon	Hava		
20	+					+
20	+	+	+			+
20	+	+	+		+	+
20	+	+		+		+
20						+
20		+				+

Hazırlanan örnekler bundan önceki deneylerde olduğu gibi, a ve b olmak üzere 2 alt gruba ayrıldı. Aynı yöntem uygulanarak örneklerin 0.5 cm'lik bölümü üzerine a grubunda Maryland Bridge adeziv, b grubunda olan örneklerde Super-bond sürüldü. Disk hazırlama apareyinde, tüm örnekler üzerine kompozit diskler çekme deneyi için hazırlandı.

2- Makro ve Mikro Retansiyonların Metal Plastik Bağlantısındaki Etkisi

Metal-plastik bağlantısı için dişhekimliğinde rutin olarak iki tür bağlantı kullanılmaktadır.

II-I- Mikro-mekanik retansiyonlar

II-II- Makro-mekanik retansiyonlar

Çalışmamızda, her iki tür retansiyonların metal-plastik bağlantısındaki işlevleri incelendi. Bu nedenle, mekanik retansiyonların metal bağlantısındaki işlevleri iki bölüm halinde açıklanacaktır.

Mikro mekanik retansiyonlar için iki değişik yöntem kullanıldı.

II-I-1 Kumlama

II-I-2 Elektrokimyasal 'etching'leme

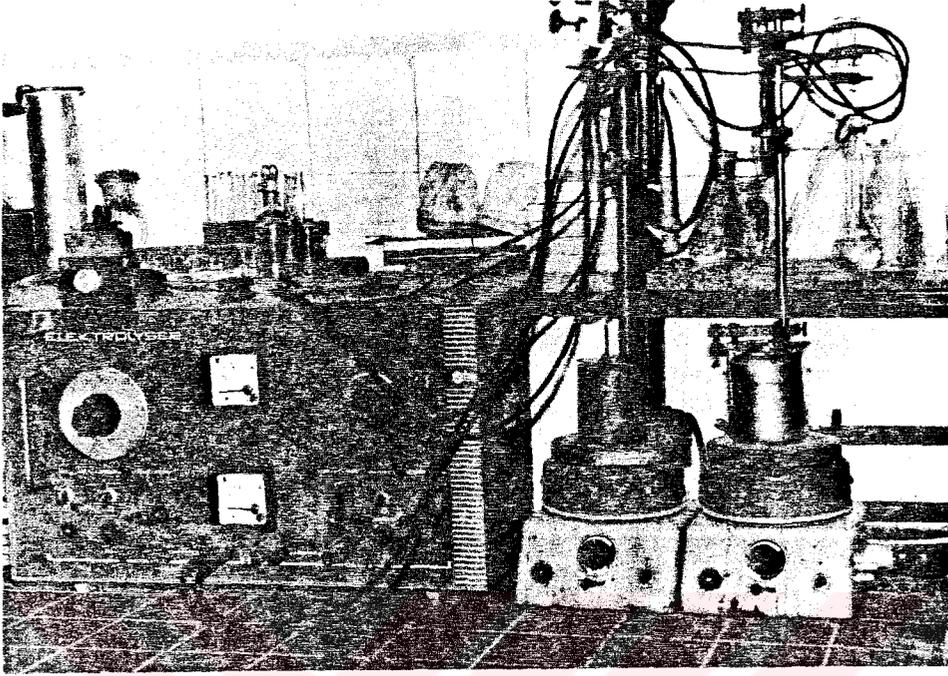
II-I-1 Kumlama ile pürüzlendirme:20 adet deney çubuğu 50 mikronluk Al_2O_3 kumu ile kumlandı.10 ar adetlik iki gruba ayrıldı.Örneklerin üst kısmında 0.5 cm mesafeye 1. grupta Maryland Bridge Adhesive, 2. grupta Süper-bond sürüldü.Daha önce anlatılan yöntemlerle kompozit diskler hazırlandı.

II-I-2 Elektrolitik 'etching'leme:100 adet kumlama ve yıkanma işlemi tamamlanan deney çubuğu 20 adetlik 5 gruba ayrıldı.

Elektrolitik 'etching'leme işlemi: Tüm çalışmalarda şekilde görülen elektroliz aparatında anod olarak deney çubukları, katod olarak titanyum alaşımı kullanıldı. Deneylerde 5 değişik elektrolitin etkisi incelendi (Şekil 19).

Çözeltisi hazırlandı. 20 adet 1. gruptaki çubuklar tek tek anoda bağlanarak 6 v 10 amper akımda 2 dakika süre 0.5 cm'lik uç kısımları pürüzlendirildi. Saf suda durulanan örnekler % 18 HCl asit çözeltisi doldurmuş olan ultrasonik temizleyicide 15 dakika işleme tabi tutuldu. Dahasonra ultrasonik temizleyici içine distile su dolduruldu. Örnekler aparatında distile su içinde 10 dakika süreyle yıkandı. Çıkarılan örnekler havada kurutuldu. Yüzeyleri metal mikroskopunda* incelendi. Fotoğrafı alındı (Şekil 20). Grup 10 adetlik a ve b alt gruplarına ayrıldı. a grubu üzerine Maryland Bridge Adhesive b grubu üzerine Süper-Bond sürüldü. Sertleşmeye bırakıldı. Sertleşen ara bağlayıcılar üzerine daha önce anlatılan yöntemle kompozit diskler hazırlandı.

* MG Olympus, Tokyo, Japonya.



Şekil 19
Elektro 'etching' işleminde kullanılan aparey

II-A-3-II. Bu grupta elektrolit

Kromik asit	10
Distile su	100 ml

çözeltisi kullanıldı. 3 volt gerilim 10 amper akım şiddetinde 2 dakika süre ile 20 adet deney çubuğunun uç kısımları pürüzlendirildi. Yukarıda anlatılan yöntemle temizlendi. Metal mikroskobunda incelenerek fotoğrafı çekildi (Şekil 21) ve daha önce yapılan işlemler yapılarak diskler hazırlandı.

II-A-3-III. Elektrolit olarak

KOH	56 g
Distile su	100 ml

çözeltisi 3 v ve 10 amp akım altında 3 dakika süreyle örnekler pürüzlendirildi. Yukarıda anlatılan yöntemle temizlendikten sonra mikroskopta fotoğrafı alındı (Şekil 22). Bundan önceki gruplarda uygulanan yöntemlerle diskler hazırlandı.

II-A-3-IV. Elektrolit olarak (Tucker çözeltisi)

HCl	45 ml
HNO ₃	15 ml
HF	15 ml
H ₂ O	25 ml

kullanıldı. Pürüzlendirme işlemi 2 ve ve 8 amp. akım altında 2 dakika sürede tamamlandı. Daha önce anlatılan yöntemle temizlenip mikroskop fotoğrafı çekildi (Şekil 21).

Disklerin hazırlanması bundan önce anlatılan yöntemler uygulanarak gerçekleştirildi.

II-A-3-V. Elektrolit olarak

% 5 N HNO₃
çözeltisi kullanıldı.

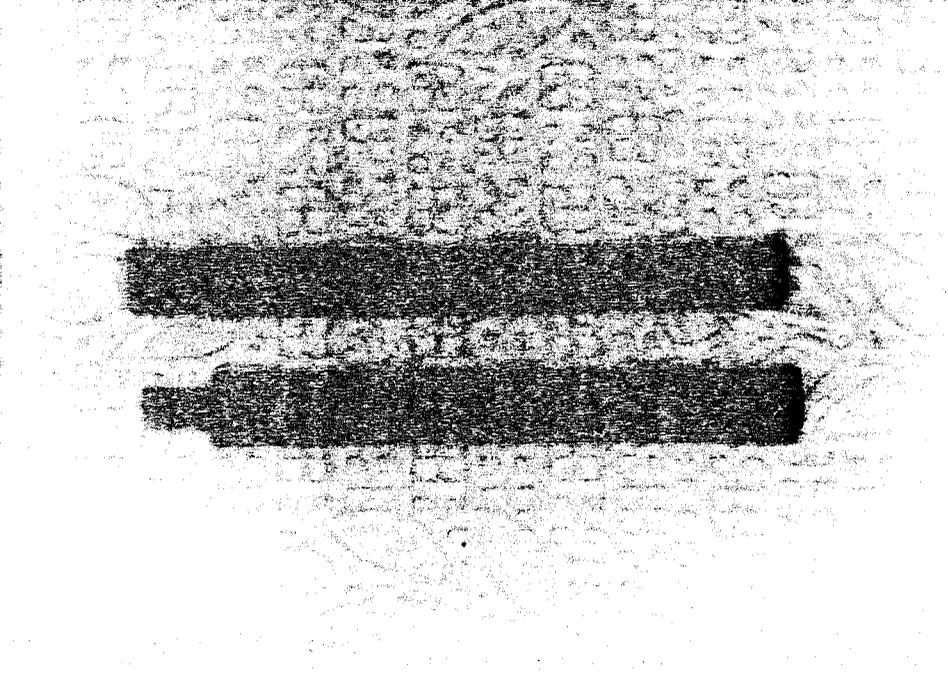
Akım gerilimi 3 v şiddeti 0.2 amp. süre 4 dakika olarak alındı. Temizlendikten sonra mikroskop fotoğrafı alındı (Şekil 22) ve diskler aynı yöntemlerle hazırlandı.

II-II. Makro Mekanik Retansiyon

Makro-mekanik retansiyon olarak bu çalışmada kafes retansiyonu* kullanıldı.

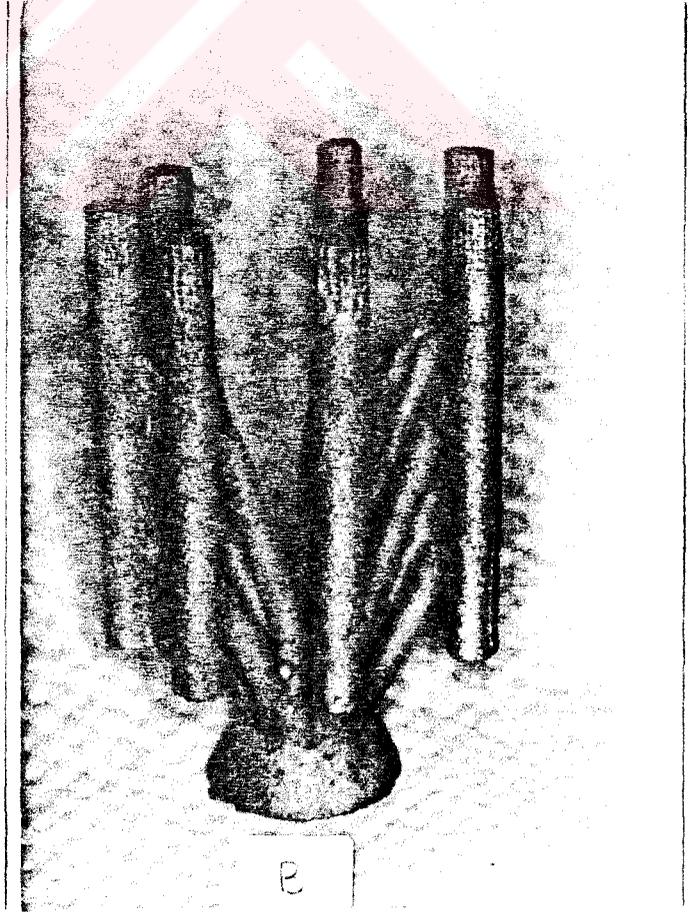
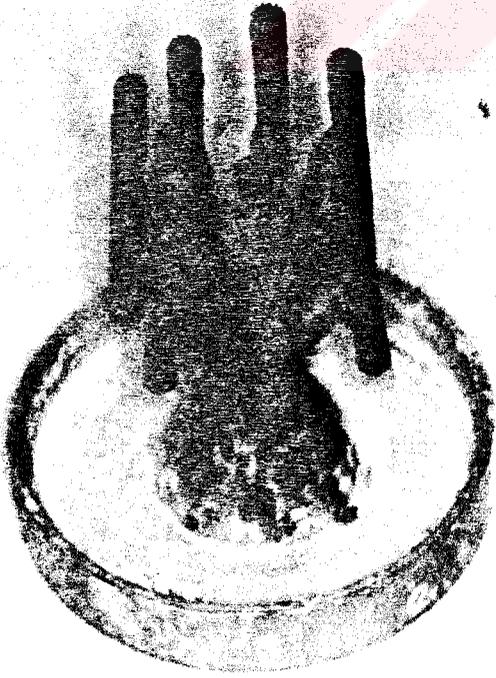
Deney çubuğu bu bölüm için aşağıdaki şekilde hazırlandı. Diğer deney çubuklarının hazırlanması için kullanılan princiğin yapılan master çubuğun uçta 0.5 cm'lik bölümünün çapı tornalanarak 0.3 cm'e indirildi. Böylece çubuğun ucunda boyu 0.5 cm genişliği 0.3 cm olan setli bir master çubuk elde edilmiş oldu. Daha önce anlatılan yöntemle kauçuktan bu çubuğun kalıbı yapıldı. bu kalıp içine aynı yöntemlerle döküm mumu enjekte edilerek 20 adet mum maket elde edildi. Bu örneklerde uçtaki çapı küçültülen bölüme kafes mumu sarıldı (Şekil 23).

Bilinen yöntemlerle döküm ve tesviyesi yapıldı (Şekil 25).



Şekil 25
Kafesli Örneklerin hazırlanması

Bilinen yöntemlerle döküm ve tesviyesi yapıldı (Şekil 26a,b).



Şekil 26A,B

Örnekler kumlandıktan sonra 2 gruba ayrıldı. 1. gruptaki retansiyon kafesi üzerine Maryland Bridge Adhesive, 2. gruptakilere Super-bond sürüldü. Daha önce anlatılan yöntemlerle üzerlerine kompozit diskler hazırlandı.

HİDRO TERMAL ORTAMDA ISISAL DEĞİŞİM DENEYLERİ

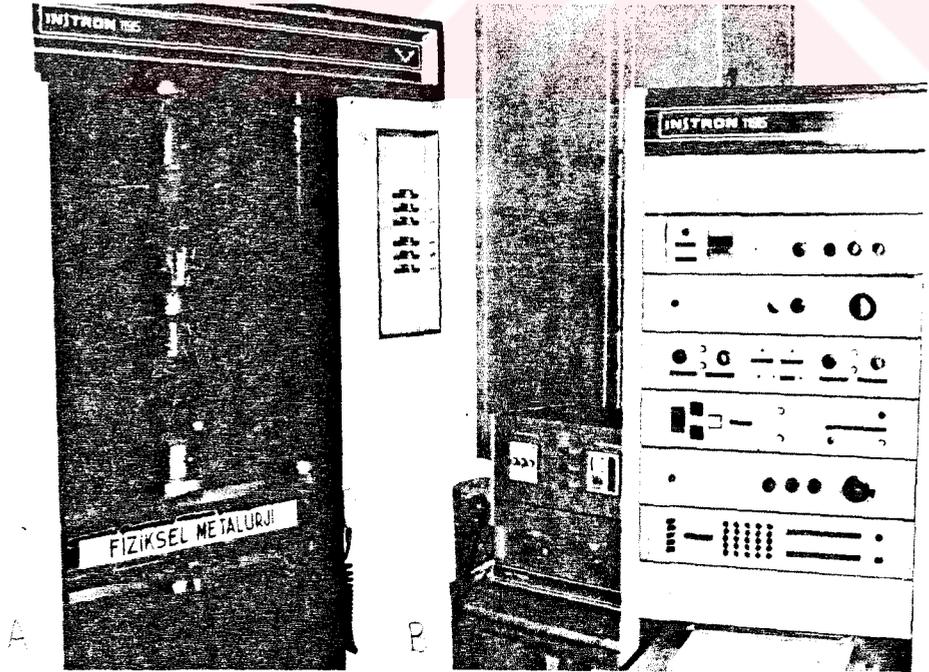
Ağız içindeki ısı değişimlerinin bağlantı kuvveti üzerindeki etkisini taklit etmek amacı ile 4 ± 1 ve $60 \pm 1^\circ\text{C}$ 'lerde ik iadet su banyosu hazırlandı. Tüm örnekler 20'lik gruplar halinde süzgeç içine kondu ve her bir banyoda sırasıyla 1'er dakika bekletildi. İşlem 100'er kez tekrar edildi. Kurutularak çekme deneyleri için hazırlandı.

ÇEKME DENEYLERİ

Çekme deneyleri için INSTRON UNIVERSAL TEST CİHAZI* kullanıldı.

Cihaz iki bölümden oluşmaktadır:

- 1- Örneklerin bağlandığı çeneler ve çekme işleminin yapıldığı bölüm
- 2- Sonuçların bir grafikte çizildiği elektriksel bölüm (Şekil 27a ve b).



Şekil 27A,B

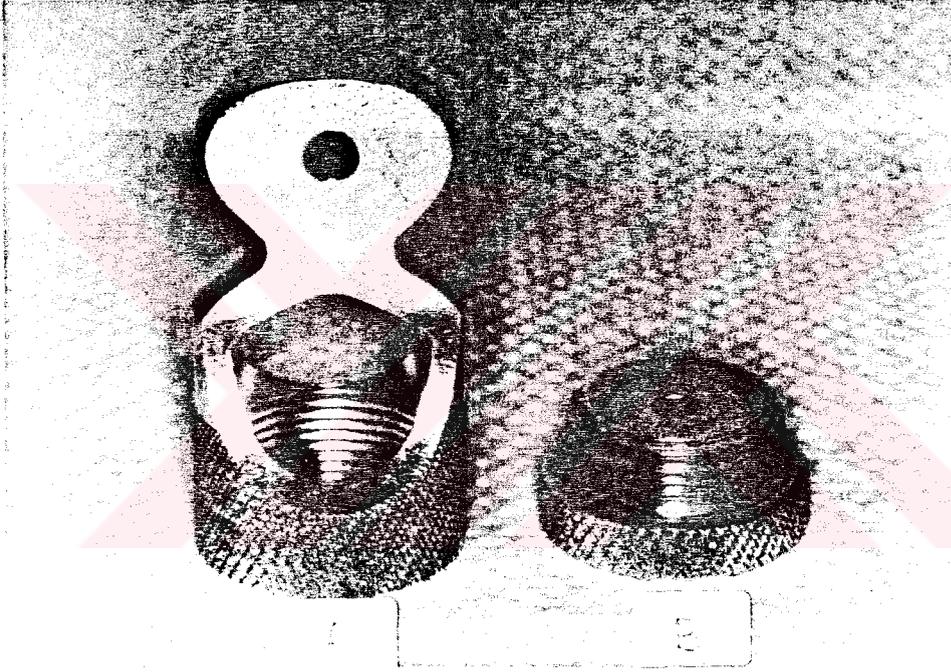
- a) Örneklerin bağlandığı ve çekme işleminin yapıldığı bölüm
- b) Uygulanan kuvvetin grafikte çizildiği elektriksel bölüm

* Instron, Instron Cop, Canton, Mass., A.B.D.

Instron Universal test cihazı daha çok sanayi örnekleride kullanıldığı için çeneler arası mesafe, bizim yaptığımız çalışmadaki örneklere uymamaktaydı. Bu nedenle deneylerinin yapılabilmesi için araya adaptasyonu sağlayacak bir ara parça yapıldı.

ADAPTASYON AYGITI

Aygıt iki parçadan oluşmaktadır (Şekil 28a ve b).



Şekil 28A,B

Örneklerin Instron cihazına bağlanmasını sağlayan adaptasyon aygıtı

- Bu parça üstteki delik aracılığı ile Instron aпаратыnın üst çenesine bağlanabilmektedir.
- Bir vida şeklinde olan bu parçanın ortasında örneklerin çapından 1 cm büyüklükte çapı olan bir delik vardır. Alt parça üst parçaya vidalanarak birleştirilmektedir (Şekil 29).

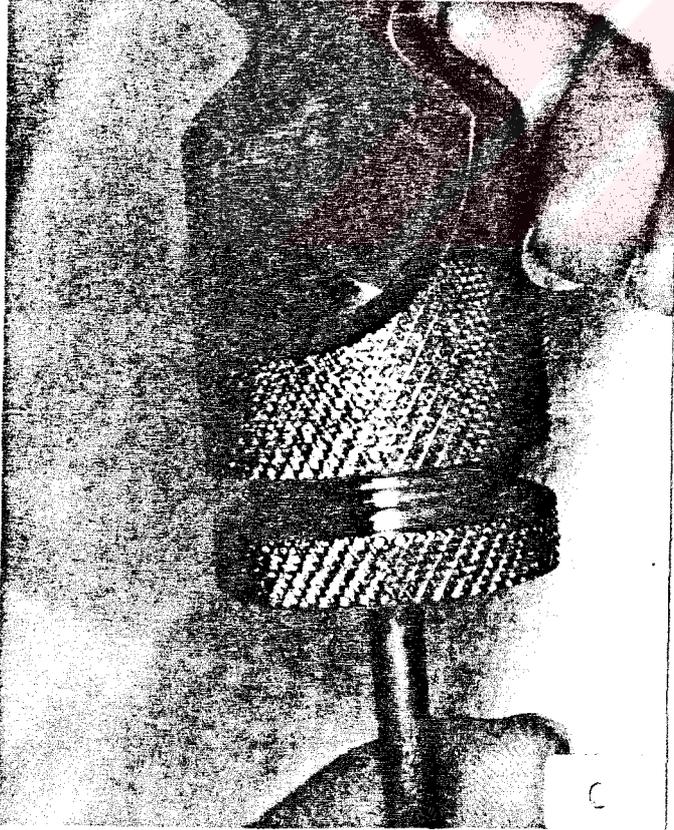
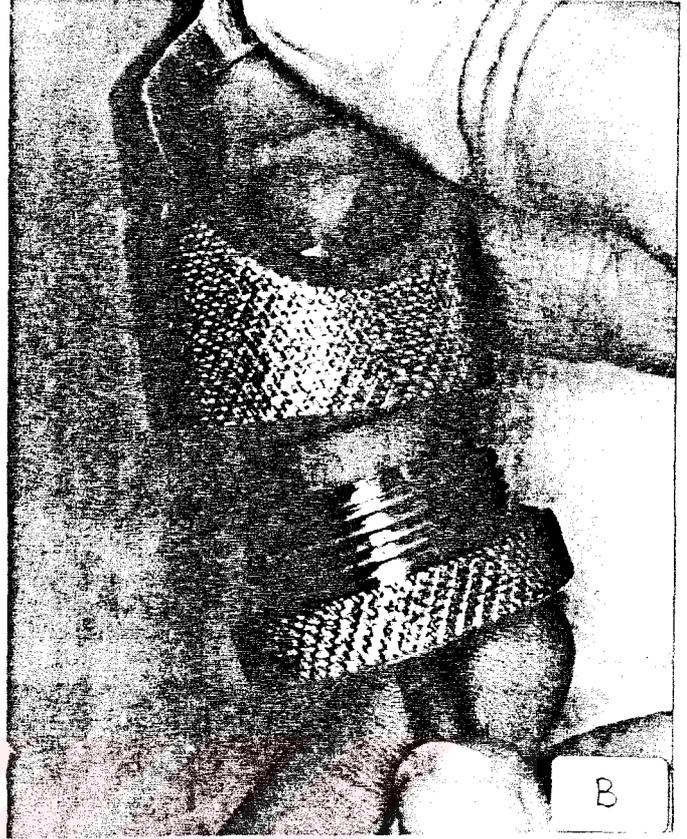


Şekil 29

Adaptasyon aygıtının 2 parçasının birbirine vidalanarak birleştirilmiş hali

ÖRNEKLERİN ARA PARÇAYA BAĞLANMASI

Örnek çubuk alt parçanın deliğinden geçirildikten sonra üst parçaya vidalanır. Böylece serbest kalan ucu Instron aparatının alt çenesine bağlanırken, kompozit disk içte parçanın yüzeyine oturmuş olur (Şekil 30a,b,c,d).

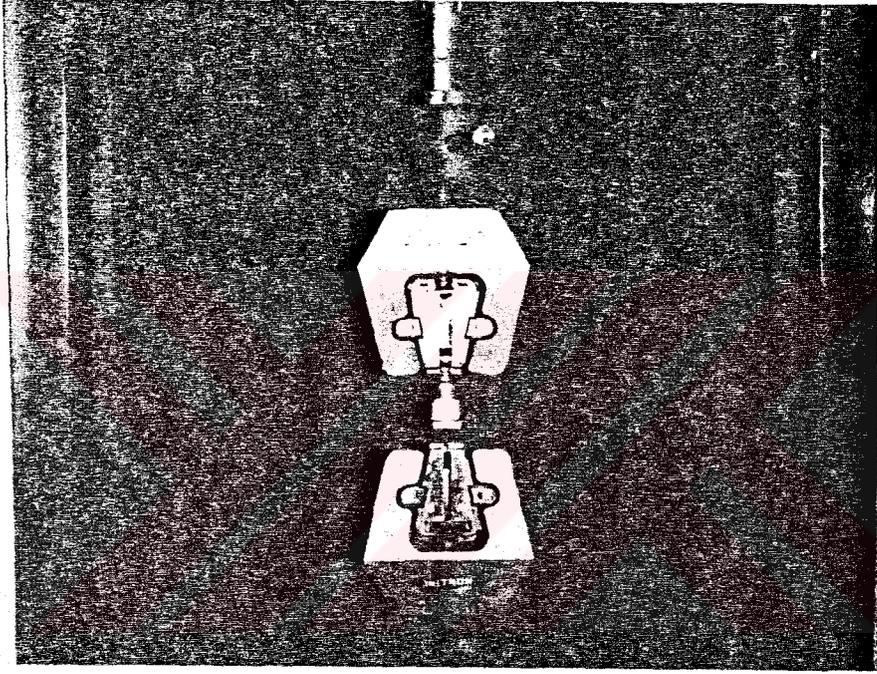


Şekil 30A,B,C,D

- Deney örneklerinin ara parçaya yerleştirilme safhaları
a) Örnek çubuğun alt parçanın deliğinden geçirilmiş hali
b, c) Alt parçanın, üst parçaya vidalanması
d) Örneğin ara parçaya yerleştirilmiş hali

ÇEKME DENEYİ

Örnekler adaptasyon aygıtının içine yukarıda açıklandığı gibi yerleştirilir. Adaptasyon apareyi üst parçası üzerindeki delik aracılığı ile Instron apareyinin üst çenesine tesbit edilir. Alt parçanın deliğinden çıkan çubuğun ucu da Instron apareyinin üst çenesine tesbit edilir (Şekil 31).



Şekil 31

Böylece örnekler çekme deneyine hazırlanmış olur. Çekme sırasında disk, alt parçanın yüzeyini zorlayarak yük altında kalacaktır. Dayanma sınırı aştığında disk çubuktan ayrılacaktır.

Tüm çekme deneyleri örneklerin bu şekilden Instron apareyine bağlanmasıyla gerçekleştirildi.

ÇEKME DENEYLERİNİN YAPILMASI

1- Sn kaplanmış ve işleme tabi tutulmuş örneklerin ve sade Sn kaplanmış örneklerin oluşturduğu 1. bölümdeki gruplar yukarıda anlatıldığı şekilde Instron cihazına bağlandı. Apareyde 1 mm/dakika hızla 200 kg yük uygulanarak çekme deneyleri yapıldı.

Elde edilen sonuçlar kaydedildi (Tablo 6-18 arası). Ayrıca kopma sonucu metal yüzeyi, stereo optik mikroskopta incelenerek örneklerden bir tanesinin resmi çekildi (Şekil 32).

2- Makro mekanik ve mikro mekanik retansiyonlar üzerine hazırlanan kompozit disklerin bağlantı güçlerini ölçmek için aynı yöntemlerle çekme deneyleri yapıldı. Elde edilen sonuçlar kaydedildi (Tablo 18-28). Yine kopma yüzeylerinin stereo-optik mikroskopta fotoğrafları çekildi (Şekil 33).

Yapıştırıcılar arasındaki ortalama değerler Student-t testi ile karşılaştırıldı.

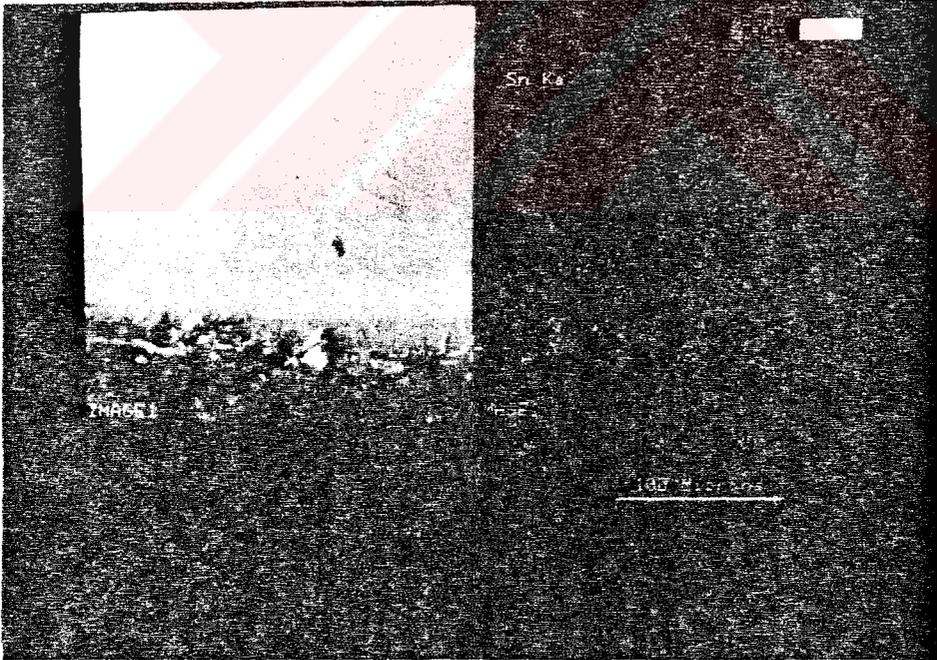
Her bir yapıştırıcı için gruplar arası değerler, tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldı. Çoklu karşılaştırmada 0.05 anlam düzeyine karşılık gelen Tukey testi kullanıldı.



BULGULAR

ELEKTRON MİKROSKOBU BULGULARI

Sn kaplı örnekler argon gazı atmosferinde 1000°C de 15, 30 ve 60 dakikalık sürelerde ısıtıldıktan sonra elektron mikroskopunda incelenmiştir. Metal alaşımı içine Sn atomlarının difüze olduğu Şekil 8'de görülmektedir. Argon atmosferi difüzyonu Tablo 3'de gösterilmiştir.



Şekil 8A,B

Argon gazı atmosferinde 1000°C de yarım saat bekletilen Sn kaplı örneğin difüzyon miktarının elektron mikroskopunda x400 büyütme ile görüntüsü.

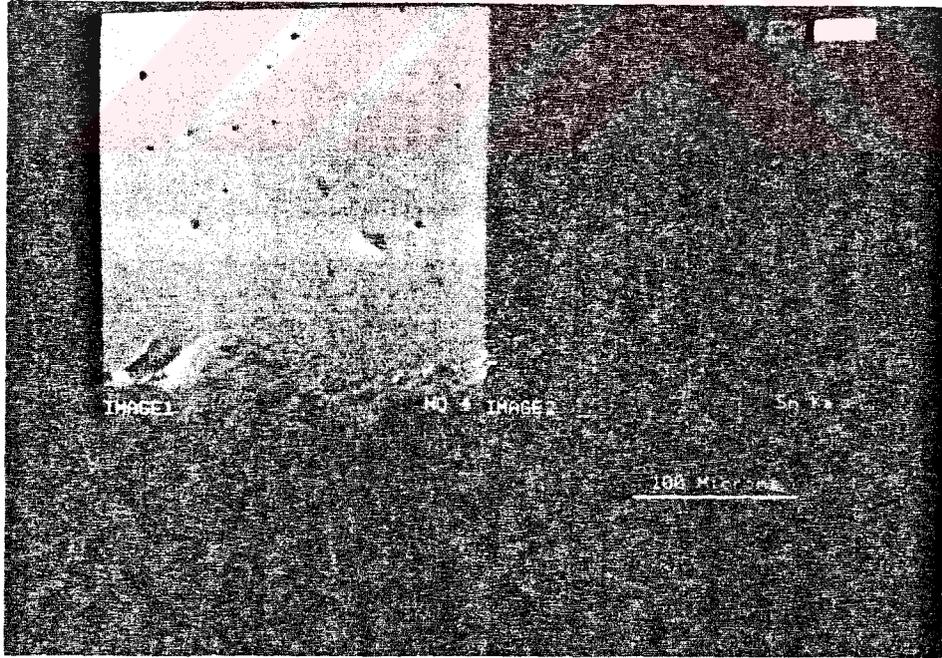
A- SEI ile incelenmesi - B- X ışını ile incelenmesi

Tablo 3

Argon Atmosferinde 1000°C de 15, 30 ve 60 dakikalarda oluşan difüzyon sonuçları (Mikron) (Grup I)

Grup I (15 dakika)	Grup II (30 dakika)	Grup III (60 dakika)
5	15	12
6	25	18
9	20	20
10	15	20
5	20	18
4	30	10
6	25	20
7	30	20
5	20	18
10	30	20

Hava atmosferi altında yapılan ısıtma işlemi sonucu oluşan difüzyon Şekil 9'da görülmektedir.

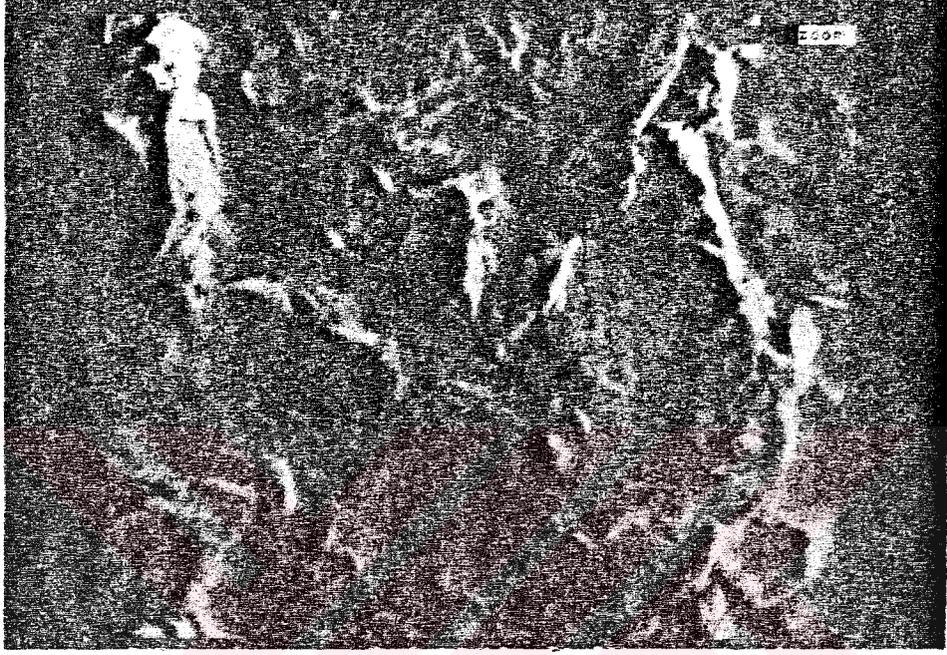


Şekil 9A,B

Hava atmosferinde 1000°C d8e yarım saat bekletilen Sn kaplı örneğin, difüzyon miktarının elektron mikroskopunda x400 büyütme ile incelenmesi

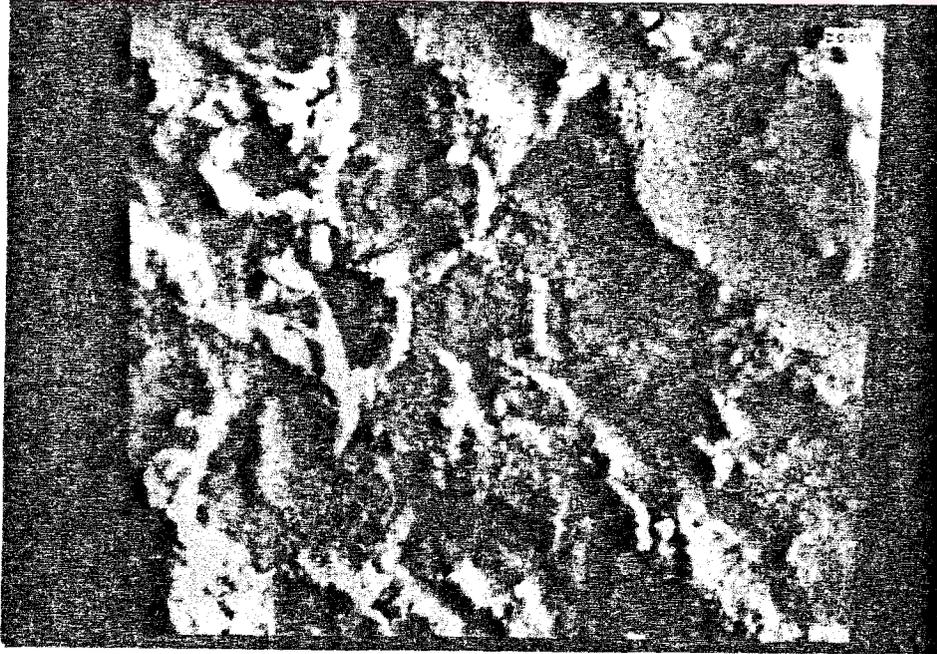
A- SEI ile incelenmesi - B- X ışını ile incelenmesi

Metal yüzeylerinin kumlama yapıldıktan (Şekil 10) ve Sn kaplandıktan sonra (Şekil 11), elektron mikroskopundaki yüzey fotoğrafları görülmektedir.



Şekil 10

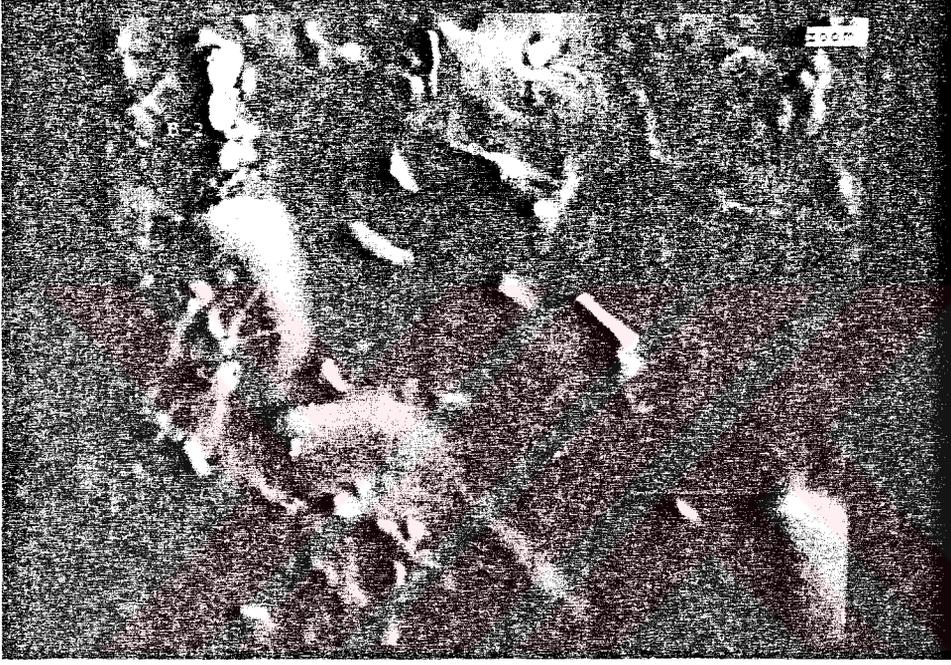
Kumlanmış örnek yüzeyinin elektron mikroskopunda X1000 büyütme ile görüntüsü



Şekil 11

Sn kaplı yüzeyin elektron mikroskopunda x400 büyütme ile görüntüsü

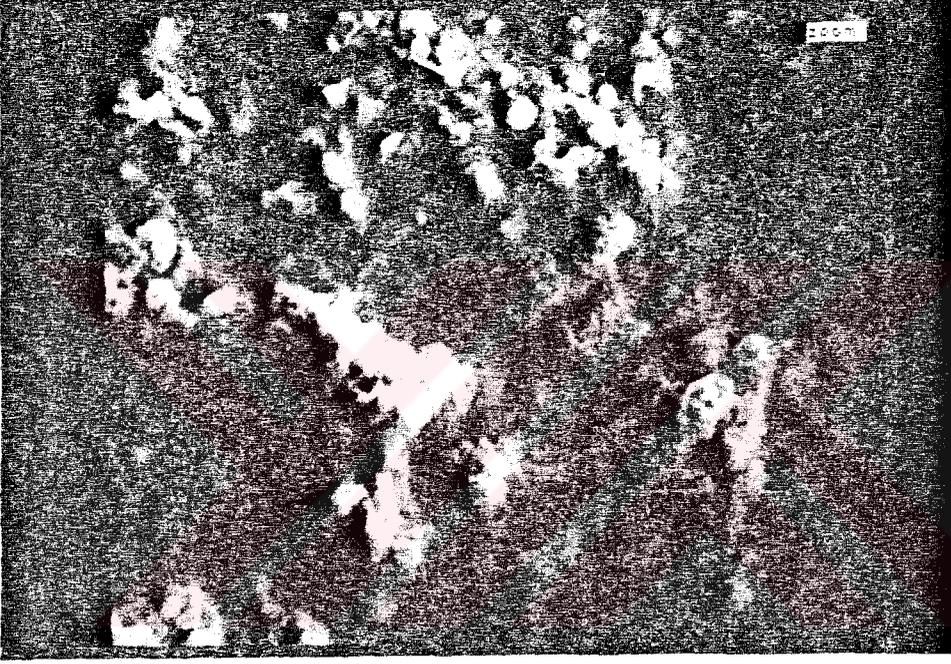
Sn kaplandıktan sonra argon atmosferinde oda ısısından 1000°C'ye kadar getirilip bu ısıda yarım saat bekletildikten sonra kendi kendine soğumaya bırakılan örneğin elektron mikroskopunda fotoğrafı Şekil 12'de görülmektedir.



Şekil 12

Sn kaplandıktan sonra 1000°C de yarım saat difüzyon yapılan örnek yüzeyinin elektron mikroskopunda x1000 büyütme ile görüntüsü

Sn kaplandıktan sonra hava atmosferli fırında oda ısısında 1000°C'ye kadar getirilip bu ısıda yarım saat bekletildikten sonra kendi kendine soğutulan örneğin elektron mikroskopunda yüzey fotoğrafı Şekil 13'de görülmektedir.



Şekil 13

Sn kaplandıktan sonra hava atmosferli fırında 1000°C de yarım saat ısıtılan örneğin, elektron mikroskopunda x1000 büyütme ile yüzey görüntüsü

ÇEKME TESTİ BULGULARI

1.1. Kalay Kaplı Örneklerin Sonuçları

1.1.1. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond reçineleri uygulanan Sn kaplanmış örneklerde çekme testleri sonucu elde edilen değerler Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	50.0	88.3
2	65.8	93.3
3	58.3	86.7
4	65.8	95.0
5	50.0	80.0
6	53.3	75.0
7	53.3	81.7
8	60.0	80.0
9	50.0	75.0
10	58.3	88.3
Ortalama Değer	56.5	84.3

1.1.2. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond reçineleri uygulanan argon gazı atmosferinde oda ısısından 1000°C'ye kadar ısıtılıp bu ısıda 15 dakika bekletilen örneklerde çekme testi sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 7'de görülmektedir.

Tablo 7

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	116.0	166.7
2	100.0	154.0
3	75.0	164.0
4	101.7	154.7
5	85.0	135.0
6	106.7	132.8
7	95.0	131.0
8	90.0	146.9
9	101.7	169.3
10	75.0	165.0
Ortalama Değer	94.6	151.9

1.1.3. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond reçineleri uygulanan Sn kaplandıktan sonra argon atmosferinde 1000°C de yarım saat işleme tabi tutulan gruptaki örneklerin çekme testleri sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	170.0	223.0
2	170.0	213.3
3	165.8	242.5
4	166.7	228.3
5	161.7	225.0
6	165.0	228.3
7	151.7	245.8
8	165.8	237.5
9	158.3	225.0
10	155.0	238.3
Ortalama Değer	163.0	230.7

1.1.4. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond reçineleri uygulanan Sn kaplandıktan sonra argon gazı atmosferinde 60 dakika bekletilen örneklerin çekme testi sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 9'da görülmektedir.

Tablo 9

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	168.9	207.3
2	158.0	201.7
3	153.9	209.0
4	141.6	196.9
5	153.8	210.3
6	143.7	200.0
7	154.0	200.8
8	167.2	189.7
9	159.8	213.0
10	151.0	198.4
Ortalama Değer	155.2	202.7

1.1.5. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond reçineleri uygulanan Sn kaplanıp önce argon gazı atmosferli fırında 1000°C'de yarım saat, sonra hava atmosferli fırında 1000°C 1 dakika bekletilen gruptaki örneklerin çekme testleri sonucu elde edilen değerler Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	173.7	267.0
2	185.0	254.9
3	186.0	269.3
4	177.0	271.0
5	166.4	289.8
6	163.9	268.0
7	176.0	278.3
8	163.4	259.8
9	189.7	279.7
10	182.6	298.0
Ortalama Değer	176.3	273.6

1.1.6. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond reçineleri uygulanan Sn kaplı örnekler hava gazı atmosferli fırında 1000°C de yarım saat ısıl işleme tabi tutulduktan sonra yapılan çekme testleri sonucu elde edilen değerler Tablo 11'de görülmektedir.

Tablo 11

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	123.6	183.2
2	118.4	211.8
3	123.4	216.7
4	118.2	190.0
5	114.0	206.7
6	102.6	211.3
7	98.3	217.1
8	131.7	203.4
9	116.3	181.7
10	96.7	203.4
Ortalama Değer	114.3	202.5

1.1.7. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond reçineleri uygulanan kumlama yapıldıktan sonra 1000°C'de yarım saat hava atmosferli fırında bekletilen örneklerin çekme testi sonucu elde edilen değerler Tablo 12'de görülmektedir.

Tablo 12

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	88.6	100.0
2	98.7	132.8
3	73.4	124.2
4	97.4	128.5
5	76.2	132.3
6	75.6	89.5
7	74.2	86.0
8	71.8	124.2
9	75.8	127.1
10	98.7	94.0
Ortalama Değer	83.1	113.9

1.2. SILICOATER YÖNTEMİ UYGULAMASI SONUÇLARI

1.2.1. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond sürüldükten sonra silicoater yöntemi uygulanan örneklerin çekme testleri sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 13'de görülmektedir.

Tablo 13

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	130.9	200.3
2	120.0	176.9
3	136.8	193.6
4	141.7	191.2
5	138.9	170.0
6	124.1	200.8
7	129.4	197.0
8	138.7	167.9
9	123.5	178.3
10	142.9	187.6
Ortalama Değer	132.7	186.3

1.2.1. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond kullanılan Sn kaplı örneklere silicoater yöntemi uygulandıktan sonra yapılan çekme deneyleri sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 14'de görülmektedir.

Tablo 14

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	75.3	92.1
2	65.8	87.4
3	60.9	102.7
4	70.2	90.0
5	67.8	79.1
6	70.0	86.9
7	68.3	81.7
8	62.5	80.5
9	53.3	79.4
10	60.9	87.0
Ortalama Değer	65.5	86.6

1.2.3. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond kullanılan Sn kaplı argon gazı atmosferinde 1000°C'de yarım saat bekletildikten sonra silicoater yöntemi uygulanan örneklerin çekme testleri sonuçları Tablo 15'de görülmektedir.

Tablo 15

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	247.0	306.4
2	234.8	304.5
3	228.0	300.0
4	241.5	316.3
5	250.2	298.5
6	249.4	289.7
7	240.0	312.1
8	241.5	297.8
9	236.2	293.1
10	240.9	310.0
Ortalama Değer	240.9	302.8

1.2.4. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond uygulanan Sn kaplı argon gazı atmosferinde 1000°C de yarım saat bekletilip kendi kendine soğutulduktan sonra hava atmosferinde 1000°C de 1 dakika oksidasyon işlemleri yapılan örneklerin silicoater yöntemi uygulandıktan sonra çekme testleri sonrası elde edilen sonuçlar Tablo 16'da görülmektedir.

Tablo 16

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	200.7	280.5
2	186.7	258.8
3	186.3	228.9
4	188.9	258.4
5	176.2	260.1
6	198.1	256.7
7	180.3	221.0
8	186.4	259.0
9	198.5	254.8
10	190.1	256.0
Ortalama Değer	189.2	253.4

1.2.5 Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond uygulanan Sn kaplı hava atmosferli fırında 1000°C de yarım saat ısıtıldıktan sonra silicoater yöntemi uygulanan grubun çekme testleri sonuçları Tablo 17'de görülmektedir.

Tablo 17

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	145.7	210.4
2	135.0	198.5
3	128.5	223.9
4	149.1	232.2
5	138.0	198.0
6	150.9	196.9
7	167.6	201.3
8	165.4	232.0
9	128.0	208.3
10	154.5	187.9
Ortalama Değer	146.2	208.9

1.2.6. Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond kullanılan kumlama sonrası hava atmosferli fırında 1000°C de yarım saat bekletildikten sonra silicoater yöntemi uygulanan örneklerin çekme deneyleri sonuçları Tablo 18'de görülmektedir.

Tablo 18

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	88.6	151.9
2	101.2	141.7
3	106.3	145.5
4	98.7	148.1
5	97.4	131.6
6	102.5	132.9
7	112.6	153.2
8	94.9	155.7
9	93.6	160.7
10	100.0	150.6
Ortalama Değer	99.5	147.2

2.1. MİKROMEKANİK RETANSİYON UYGULAMASI SONUÇLARI

2.1.1. Maryland Bridge Adhesive ve Süper-Bond uygulanan kumlama yapılmış örneklerin çekme testleri sonucu elde edilen değerleri Tablo 19'da görülmektedir.

Tablo 19

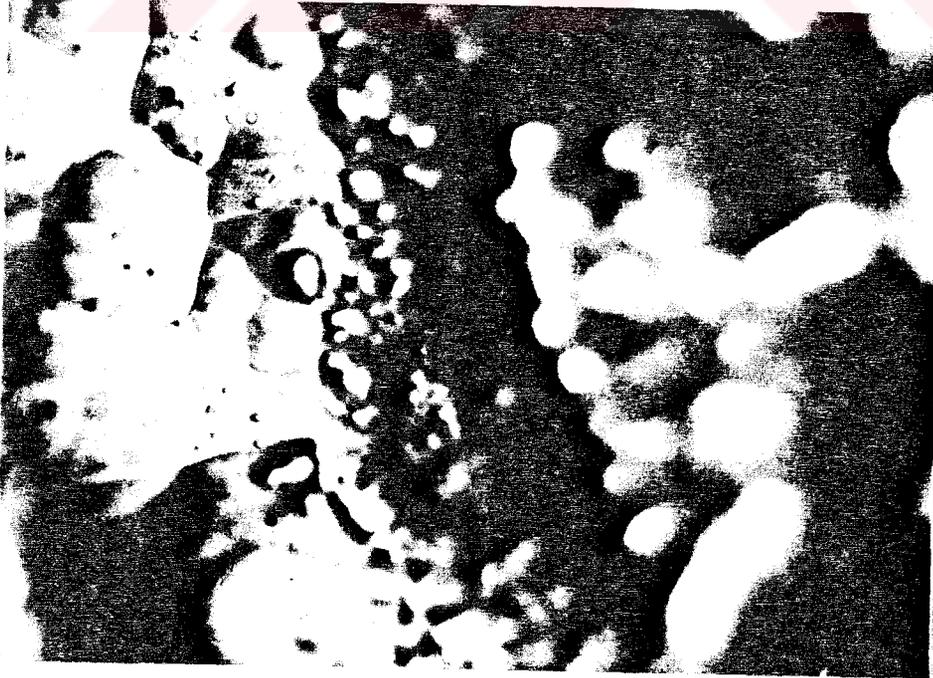
Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Super Bond (kg/cm ²)
1	66.6	108.3
2	58.3	91.7
3	53.0	85.0
4	50.0	103.3
5	54.3	103.3
6	62.6	101.7
7	58.0	105.0
8	53.0	106.7
9	83.3	106.9
10	75.6	108.1
Ortalama Değer	61.4	102.0

2.1.2.1. Maryland Bridge Adhesive Süper-Bond uygulanan Okzalit asit ile 'etching'lenen örneklerin çekme deneyleri sonucu Tablo 20'de görülmektedir.

Tablo 20

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Super Bond (kg/cm ²)
1	63.3	130.0
2	73.1	120.0
3	70.2	128.1
4	60.0	123.5
5	75.0	133.3
6	58.3	120.0
7	66.6	118.3
8	71.4	123.7
9	75.2	120.1
10	73.3	128.6
Ortalama Değer	68.6	124.5

Okzalik asit ile kimyasal olarak pürüzlendirilen örnek çubuğun metal mikroskopundaki yüzey fotoğrafı Şekil 20'de görülmektedir.



Şekil 20

Okzalik asitle pürüzlendirilen örneğin x600 büyütme ile metal mikroskopundaki görüntüsü

2.1.2.2. Maryland Bridge Adhesive Süper-Bond uygulanan Kromik asit ile 'etching'lenen örneklerin yapılan çekme deneyleri sonucu Tablo 21'de görülmektedir.

Tablo 21

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Super Bond (kg/cm ²)
1	90.0	131.1
2	70.0	130.0
3	83.3	126.8
4	75.0	130.0
5	76.6	141.5
6	78.4	120.0
7	86.5	123.3
8	91.6	120.0
9	71.2	141.6
10	70.4	136.5
Ortalama Değer	79.3	130

Kromik asit ile elektrokimyasal olarak pürüzlendirilen örnek çubuğun metal mikroskobundaki yüzey fotoğrafı Şekil 21'de görülmektedir.



Şekil 21

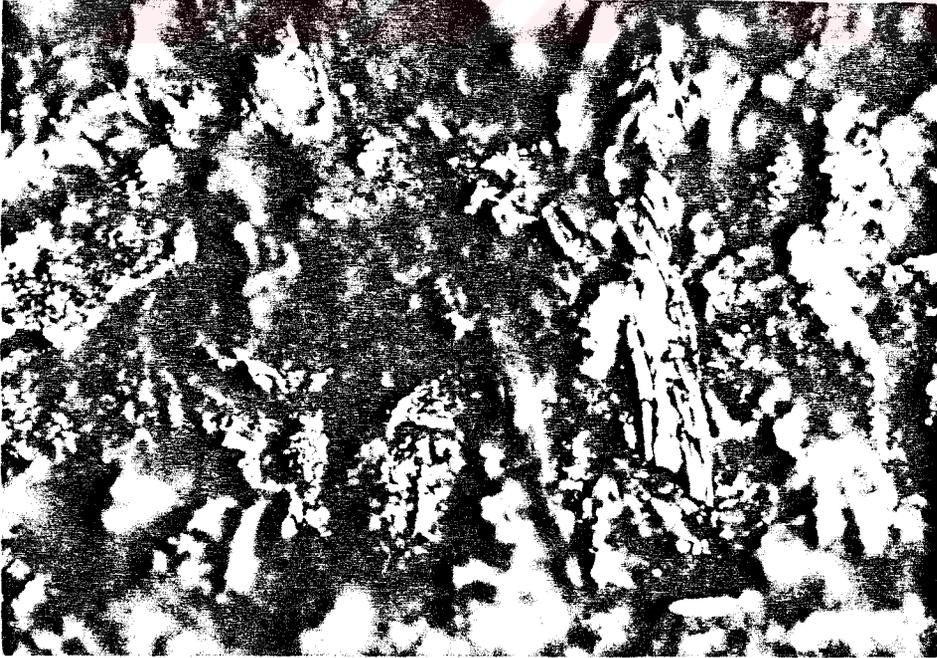
Kromik asit ile pürüzlendirilen yüzeyin metal mikroskobunda x600 büyütme ile görüntüsü

2.1.2.3. Maryland Bridge Adhesive Süper-Bond uygulanan KOH ile 'etching'lenen örneklerin çekme deneyleri sonucu Tablo 22'de görülmektedir.

Tablo 22

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Super Bond (kg/cm ²)
1	81.5	120.0
2	80.0	123.1
3	79.3	128.3
4	70.0	130.0
5	79.5	136.7
6	81.7	154.2
7	70.8	130.0
8	79.6	133.4
9	85.0	136.7
10	81.5	148.3
Ortalama Değer	78.8	134.6

KOH ile elektrokimyasal olarak pürüzlendirilen örnek çubuğun metal mikroskopundaki yüzey fotoğrafı Şekil 22'de görülmektedir.



Şekil 22

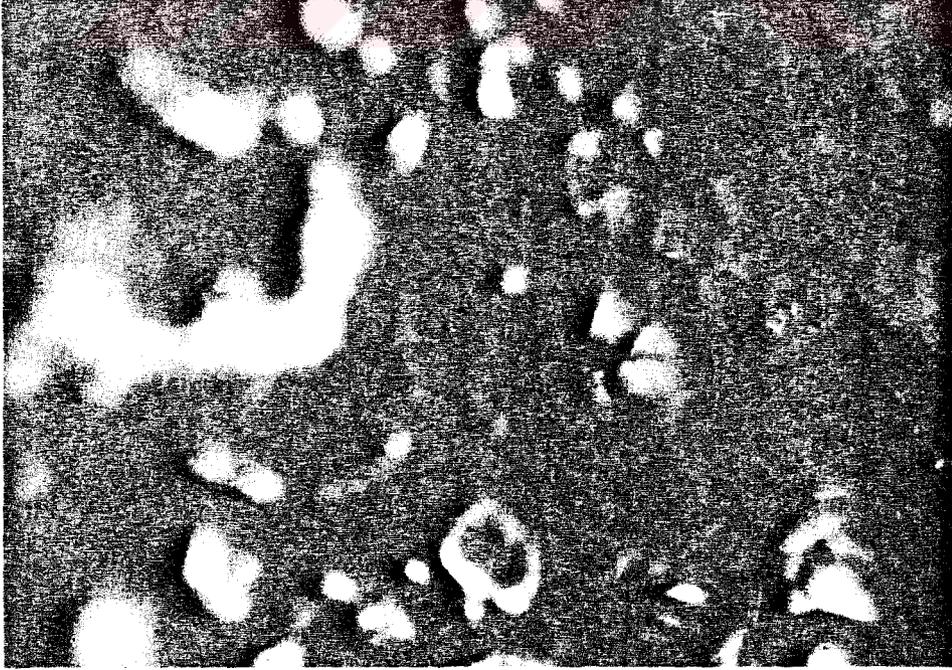
KOH ile elektrokimyasal pürüzlendirilen örneğin metal mikroskopundaki x600 büyütme ile görüntüsü

2.1.3.4. Maryland Bridge Adhesive Süper-Bond uygulanan Tucker reaktifi ile 'etching'lenen örneğin çekme deneyi sonuçları Tablo 23'de görülmektedir.

Tablo 23

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Super Bond (kg/cm ²)
1	91.6	148.4
2	105.8	136.6
3	100.9	140.0
4	104.0	155.0
5	97.5	152.0
6	100.0	148.0
7	100.0	150.0
8	100.9	136.6
9	86.6	141.6
10	97.5	155.0
Ortalama Değer	98.4	146.3

Tucker reaktifi ile kimyasal olarak pürüzlendirilen örnek çubuğun metal mikroskopundaki yüzü fotoğrafı Şekil 23'de görülmektedir.



Şekil 23

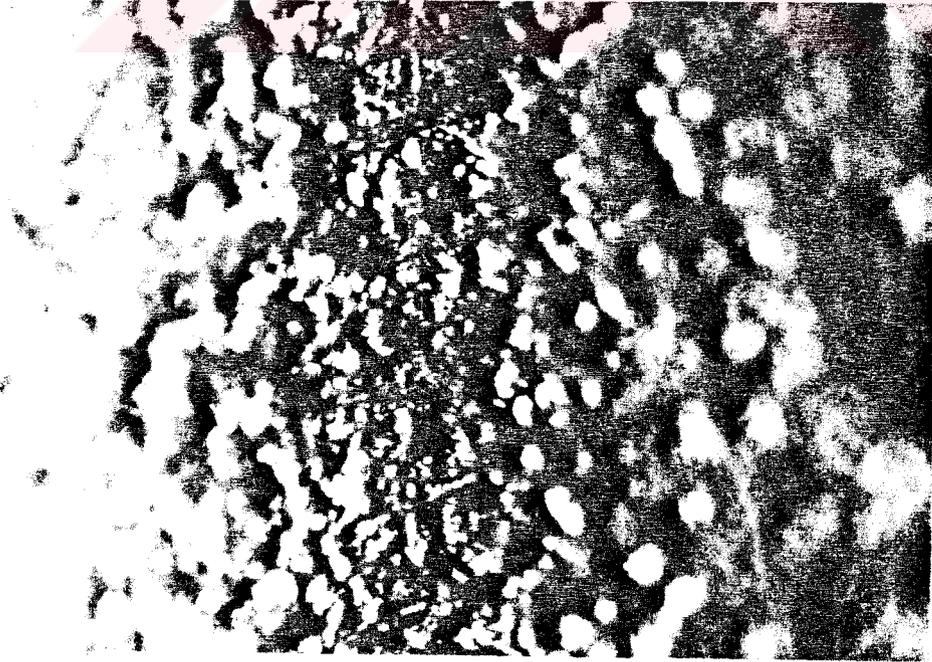
Tucker reaktifi ile pürüzlendirilen örnek yüzeyinin metal mikroskopunda x600 büyütme ile görüntüsü

2.1.3.5. Maryland Bridge Adhesive Süper-Bond uygulanan % 5 N nitrik asit kullanılarak 'etching'lenen örneğin çekim edeneçleri sonuçları Tablo 24'de görölmektedir.

Tablo 24

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Super Bond (kg/cm ²)
1	83.3	133.3
2	91.7	120.0
3	94.8	141.6
4	85.0	131.8
5	90.0	136.5
6	92.3	141.2
7	95.0	130.4
8	75.0	133.7
9	92.8	136.3
10	85.2	135.0
Ortalama Değer	88.5	133.9

% 5 N HNO asit ile kimyasal olarak pürüzlendirilen örnek çubuğun metal mikroskopundaki yüzey fotoğrafı Şekil 24'de görölmektedir.



Şekil 24

Nitrik asit ile pürüzlendirilen örnek yüzeyinin metal mikroskopunda x600 büyütme ile görüntüsü

2.2. MAKROMEKANİK RETANSİYON UYGULAMASI SONUÇLARI

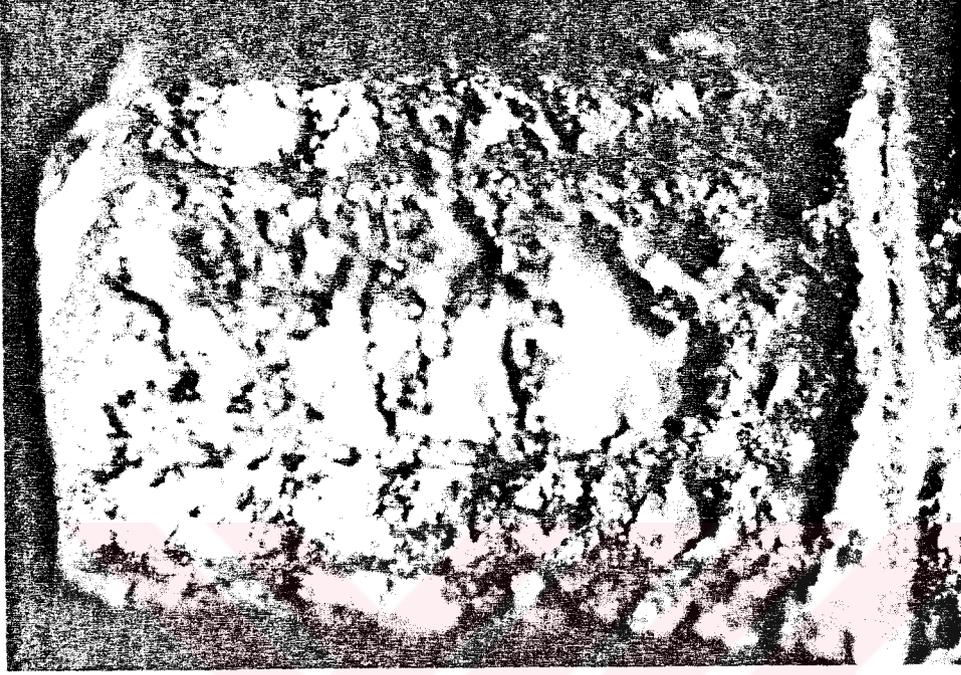
Maryland Bridge Adhesive ve Super-bond reçineleri uygulanan kafes retansiyonu ile hazırlanan örneğin çekme testi sonuçları Tablo 25'de görülmektedir.

Tablo 25

Örnek Numarası	Maryland Bridge Adhesive (kg/cm ²)	Süper-Bond (kg/cm ²)
1	125.0	178.3
2	93.3	183.0
3	133.1	175.0
4	118.5	168.3
5	120.8	161.7
6	114.1	183.3
7	125.0	168.1
8	120.0	178.8
9	114.9	175.0
10	120.0	166.7
Ortalama Değer	118.4	173.7

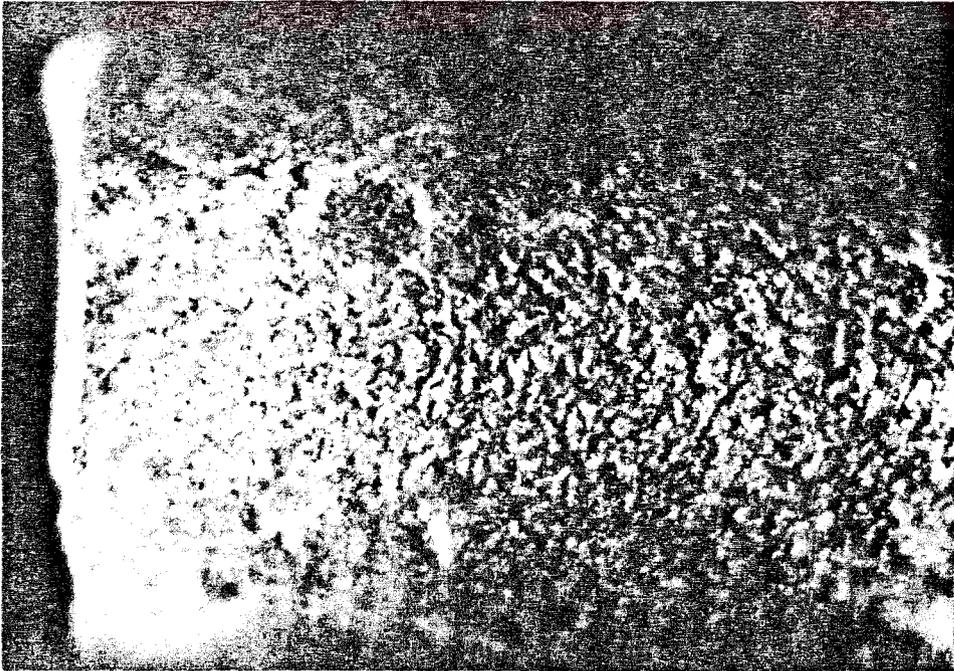
KOPMA YÜZEYLERİNE AİT BULGULAR

Stereo optik mikroskopta incelenen kopma yüzeylerinden alınan x10 büyütme yüzey fotoğrafları Şekil 32 ve 33'te görülmektedir.



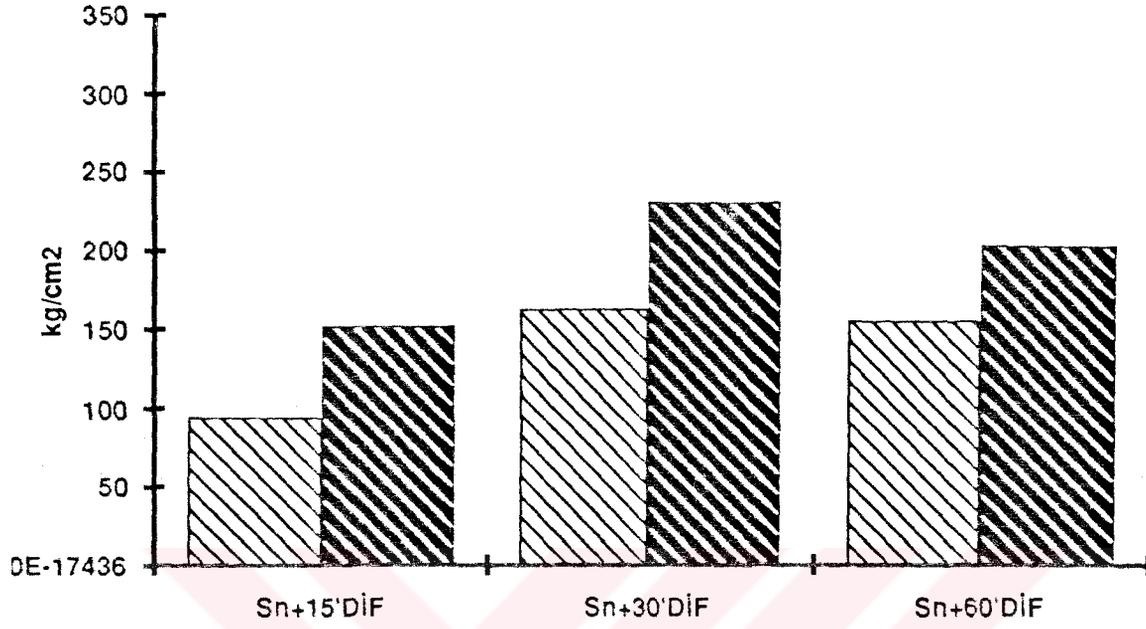
Şekil 32

Kafes retansiyonlu örneğin kopma yüzeyi x35 büyütme ile stereo optik mikroskoptaki görünümü

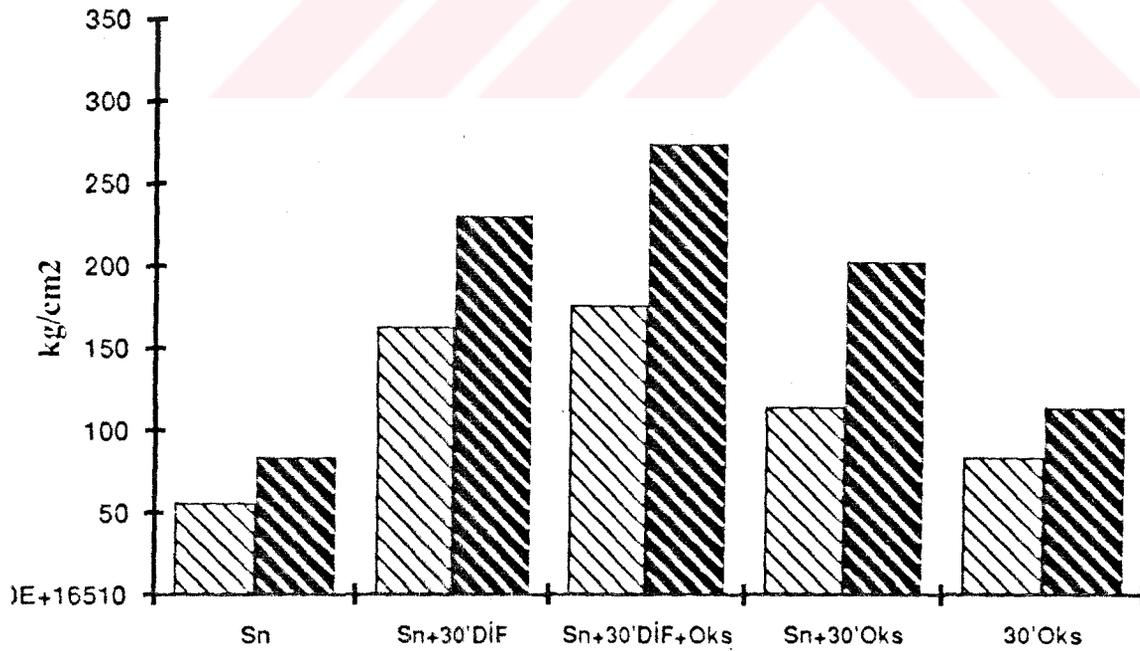


Şekil 33

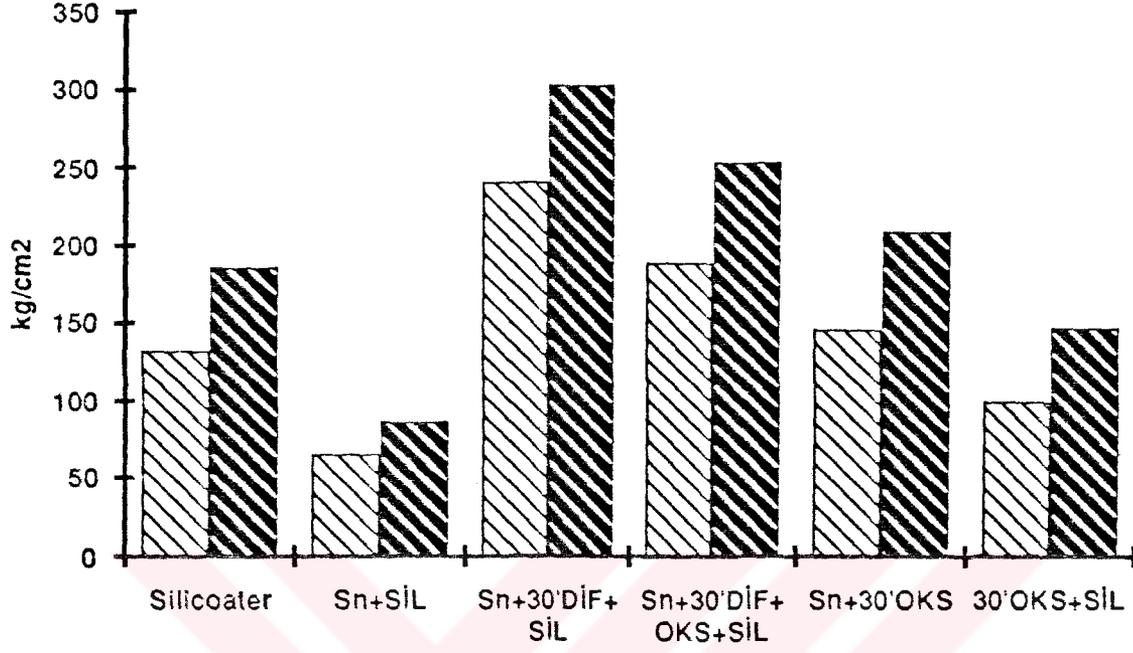
Sn kaplandıktan sonra argon gazı atmosferinde yarım saat bekletilerek hazırlanan örneğin kopma yüzeyi x35 büyütme ile stereo optik mikroskopta görünümü



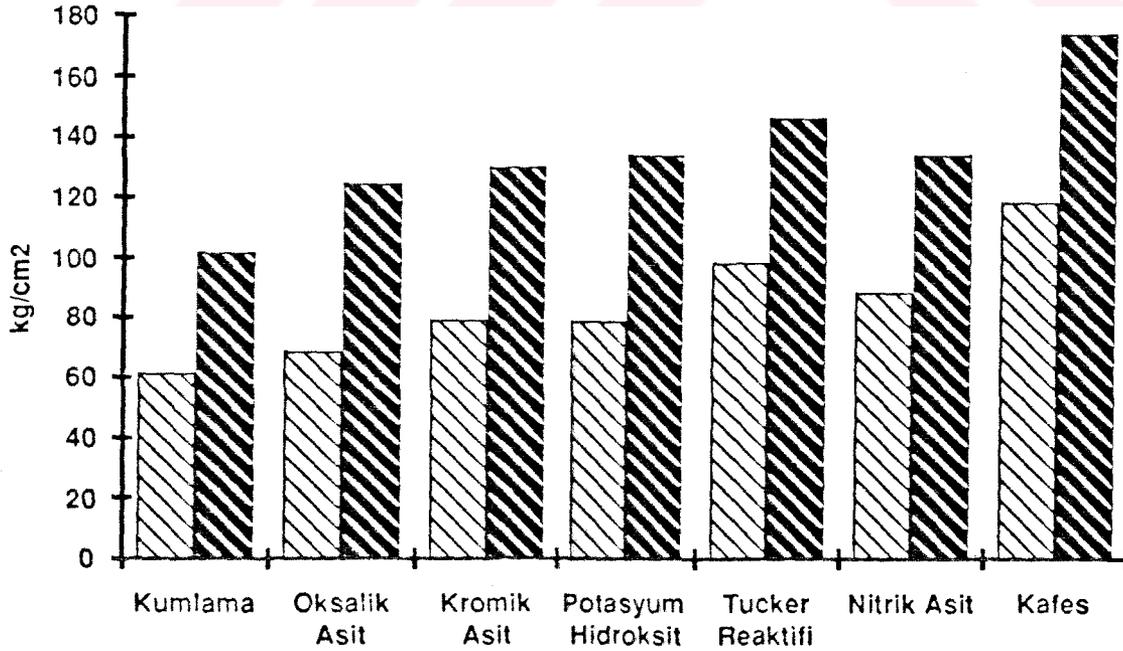
Metal Yüzeyinde Yapılan İşlemler



Metal Yüzeyinde Yapılan İşlemler



Metal Yüzeyinde Yapılan İşlemler



Metal Yüzeyinde Yapılan İşlemler

MBA ve SB grupları birbirleriyle karşılaştırıldığında bulgularımız SB grubu lehine çok ileri derecede ($p < 0.001$) anlamlıdır (Tablo 27).

Tablo 27: MBA ve SB Gruplarının Student t Testi ile Karşılaştırılma Sonuçları

MBA n:200	SB n:200	Student't test
$x \pm SD$	$x \pm SD$	
		$p < 0.001$

MBA grubundaki varyans analizi sonuçları Tablo 28'de görülmektedir.

Tablo 28: MBA Grubundaki Varyans Analizi Sonuçları

		x ± SD
1	Sn	176.4
2	Sn + 15 dak. dif.	
3	Sn + 30 dak. dif.	
4	Sn + 60 dak. dif.	
5	Sn + dif. + oks.	
6	Sn O	
7	Metal oksit	
8	Silicoater	
9	Sn + silicoater	
10	Sn + dif. + silicoater	
11	Sn + dif. + oks. + silicoater	
12	Sn + oks. + silicoater	
13	Oks. + silicoater	
14	Metal	
15	Okzalik asit ile etch.	
16	Kromik asit ile etch.	
17	Potasyum hidroksit ile etch.	
18	Tucker reaktifi ile etch.	
19	Nitrik asit ile etch.	
20	Kafes	

TARTIŞMA

Metalin kompozitlerle istenilen düzeyde bağlantı sağlaması için, yüzeyinin Sn ve Cu ile kaplanarak, bunların oksitlenmesini öneren araştırmacılar vardır(65,94,143). Ancak bu araştırmalarda bağlantıyı sağlayan Sn ve Cu oksitinin kalınlığı ve altındaki metale olan tutunması ele alınmamıştır. Burada oksitinin kimyasal bağı kadar, Sn veya Cu'nun alttaki metale tutunması da önemlidir. Bu tutunma oksidasyon sırasında Sn veya Cu'nun alttaki metale olan difüzyonuna bağlıdır.

Difüzyon bilindiği gibi, ısınma esnasında metalin genişlemesine bağlı olarak kristaller arası mesafelerin açılması ve bu boşluğa üstte kaplanmış metalin akmasıdır (Şekil 34 A,B.). Ancak Sn ve Cu'nun ısınması sırasında alttaki metale difüzyon ne oranda sağlanmaktadır? Elde edilen oksit tabakası kompozitle kimyasal bağ yapmış olsa dahi, alttaki metale difüze olmuyorsa diğer bir deyişle bağlanamıyorsa metalden kolayca ayrılabilir.

A

B

Şekil 39 A, B.

Bu çalışmada ilk etapta kaplanmış metalin difüzyonunun en iyi hangi koşulda sağlanabileceği araştırıldı. Bunun için Sn kaplanmış metallere bir grubu hava atmosferinde

rinde, bir grubu da argon gazı altında 1000°C'de 15, 30 ve 60 dakikalarda ısıtıldı.

Bu iki grup ayrı ayrı elektron mikroskobunda incelendi. Şekil 8'de Sn kaplanmış ve argon gazı altında 1000°C'de 30 dakika difüze edilen metal yüzeyi 4000 kez büyütülmüştür.

a'da üst tarafta metal yüzeyi, alt tarafta bakalit yüzeyi görülmektedir. Bakalitte görülen beyaz noktalar örneğin hazırlanması sırasında bulaşan Sn partikülleridir.

b'de ise X ışını ile tarandığında, metalin yüzeyine yakın bölgelerde difüze olan Sn partikülleri yoğun bir şekilde görülmektedir. Diğer bölgelerde seyrek bir şekilde yayılmıştır.

Şekil 9'da havada 1000°C'de ısıtılan Sn kaplanmış yüzeyin fotoğrafı 400 büyütmeyle görülmektedir.

a'da yine üstte metal yüzeyi, alt bölümde örneğin incelenmesi için gömüldüğü bakalit yüzeyi görülmektedir. Metal yüzeyindeki beyaz noktalar Sn elementidir.

b'de aynı bölge X ışını ile tarandığında üstte metal içinde yaygın ve seyrek kalay partikülleri görülmektedir. Metal yüzeyinde Sn'in oksitlenmesi nedeniyle yaygın bir difüzyona rastlanmamıştır.

Bu bize Sn'in, inert atmosferde, metalin yüzeye yakın bölgesinde yoğun difüzyon olduğunu, oysa havada ısıtılması sonucunda büyük bölümünün oksitlenerek yüzeye yakın bölgede difüze olmadığını net olarak göstermektedir.

Argon gazı atmosferinde, yüzeye yakın bölgede elde edilen difüzyon sonuçları, Tablo 3'de görülmektedir. Sn partikülleri diğer bölgelerde çok seyrek olduğundan incelenmeye alınmamıştır.

Tablo incelendiğinde en fazla difüzyon 30 dakikada elde edilmiştir. Bu bize 15 dakikada metalin kristalleri arasındaki mesafenin yeterince açılmadığını, 60 dakikada ise belli bir miktar kalayın bu ısıda buharlaştığını ve ortamdaki uzaklaştığını düşündürmektedir.

Şekil 10'da kumlanmış yüzeyin, Şekil 11'de Sn kaplanmış yüzeyin, Şekil 12'de 30 dakika havada difüzyona tabi tutulmuş yüzeyin, Şekil 13'de 30 dakika argonda difüzyon yapılmış yüzeyin elektron mikroskobunda çekilen fotoğrafları görülmektedir. Bunlar incelendiğinde; havada difüzyona tabi tutulmuş yüzeyde Sn'in tamamen okside olduğu (Şekil 12), argondakinde ise yüzeyinde okside olmadığı, kristaller arasına Sn'in sızdığı ve

yüzeyde Sn kristallerinin yer aldığı görülmektedir (Şekil 13). Bu X ışını ile yapılan taramadan elde edilen sonuçları kanıtlamaktadır. Elektron mikroskobunda yapılan çalışmalarda, Sn kaplanan metalin inert atmosferde 1000°C'de ısıtıldığında Sn'in metale difüze olduğu oysa hava atmosferinde 10000°C'de bunun gerçekleşmediği saptanmıştır. Ancak bu elde edilen değerler kalitatifdir. Bu nedenle difüzyonun metal-kompozit bağlantısında etkilerini saptamak için çekme deneyleri yapıldı.

Difüzyon yapılmamış Sn kaplı ve argon gazı atmosferinde 1000°C'de 15,30,60 dakikalık difüzyona tabi tutulmuş örneklerin iki yapıştırıcı kullanılarak bağlantı kuvvetleri test edildi. Tablo 4, 5, 6'daki sonuçlar incelendiğinde direkt kalay üzerine yapılan kompozitin bağlanma kuvveti Maryland Bridge Adhesive (MBA) 56.5 kg/cm², Supert-Bond (SB) 84.3 kg/cm²'dir. 15 dakikadaki difüzyonda bu değerler MBA için 94.6 kg/cm² 153.2 kg/cm², 30 dakikada MBA için 163, kg/cm² SB için 230.7 kg/cm², 60 dakikada yapılan difüzyonda ise MBA için 155.2 kg/cm² ile 202.7 kg/cm²'dir. Bu deneylerin sonucuna göre en büyük bağlantı kuvvetinin 30 dakikada yapılan difüzyon sonucu elde edildiği görülmektedir.

Bu sonuçlar elektron mikroskobu sonuçlarını kanıtlamaktadır. En yüksek değerler 30 dakikada sonucunda elde edildiğinden daha sonraki çekme çalışmalarında difüzyon süresi olarak 30 dakika uygulama yapılmıştır.

Oksitlenmiş metal yüzeyi, Sn kaplanmış metal yüzeyi, Sn kaplandıktan sonra fırında okside edilmiş metal yüzeyi, Sn kaplandıktan sonra difüze edilmiş metal yüzeyi, Sn kaplandıktan sonra difüzyon ve oksidasyon yapılmış metal yüzeyi bağlantı kuvvetleri arasındaki farklar MBA ve SB için ayrı ayrı tablolar haline getirilmiştir. Her grup için silicoater uygulamasının bağlantıya etkisi de MBA ve SB kullanılarak tespit edilmiş, farklar tablo haline getirilmiştir.

Bu tablolar tartışmamıza esas teşkil edecektir.



Şekil 40. Farklı işlemler uygulanmış metal yüzeylerinin kompozit ile bağlantıları

Tablo 32

Farklı işlemler uygulanmış metal yüzeylerine SB uygulandıktan sonra yapılan çekme deneylerinden elde edilen değerlerin karşılaştırılması

	SB				
	Metal oksit kg/cm ²	Sn kg/cm ²	SnO kg/cm ²	Difüzyon kg/cm ²	Difüzyon Oksidasyon kg/cm ²
	113.9	84.3	202.5	230.7	273.6
Metal kg/cm ²	102	102	102	102	102
Tutuculuk farkı	11.9	-17.7	100.5	128.7	171.6
%	% 10	-% 20	% 98	% 126	% 168

Bu tabloda farkları gösteren değerler karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Tablo 32 incelendiğinde metal yüzeyinde SB'nin direkt uygulanması sonucu elde edilen bağlantı kuvveti 102 kg/cm²'dir. Metal oksitlendiğinde bu kuvvet % 10 oranında artarak 113 kg/cm²'ye ulaşıyor.

Metalin yüzeyi Sn kaplandığında ise, bağlantı kuvveti % 20 azalarak 84.3 kg/cm² oluyor. Buna sebep olarak kalay kaplı yüzeyin yüzey enerjisinin arttığı düşünülebilir. Çünkü yüzeydeki Sn oksitlendiğinde bağlantı kuvveti % 98 artarak 202.7 kg/cm² olmaktadır. Oksitlenen yüzeyde, yüzey enerjisinin yükseldiğini göstermektedir. Çünkü metal oksitlendiğinde yapışma da artmaktadır. Ancak SnO'lu yüzeydeki artış metal oksitli yüzeye göre çok fazladır Bu farkın sadece yüzey enerjisinden kaynaklanması olanaksızdır. Burada oksitlerin metale olan adezyon kuvvetinin de etken olması gerekir. Bu düşüncemizi, Cr-ni oksitlerin metale olan adezyonlarının, kalay oksitinin metale olan adezyonundan daha zayıf olduğu şeklinde açıklayabiliriz. Diğer yönden, Cr-Ni oksitlerin kalay oksitlerden daha kırıl- gan olması, bu sonuca sebep olabilir.

Sn'in argon gazı atmosferinde difüze edildiği yüzeylerde SB'nin bağlantı kuvveti 230.7 kg/cm²'dir. Metal yüzeyine göre % 126 daha fazla bir bağlantı görülmektedir. Buna neden olarak;

- 1- Sn difüze olunca metal ile inter moleküler bağlar oluşturmaktadır.
- 2- Gerek metalin bünyesindeki oksijen, gerekse argon gazı için de eser miktarda bulunan oksijen difüzyon sırasında Sn'in yer yer oksidasyonuna sebep olmaktadır. Oluşan oksit tabakasının yüzey enerjisini artırarak bağlantıyı artırdığı düşünülebilir.

Difüzyon+oksidasyon yapılmış yüzeylerdeki yapışmanın 273.6 kg/cm^2 değere ulaşması yukarıdaki düşüncemizi doğrulamaktadır. Çünkü difüzyon sonucu yüzeyde kalan kalay okside edilince, yüzey enerjisi artacak ve yapışmada difüzyonla sağlanan inter moleküler kuvvetlere ek bir kuvvet doğacaktır. Deney sonuçlarımızda abunu göstermektedir.

Silicoater uygulamasında ilk sürülen çözelti bilindiği gibi $\text{SiO}_2\text{-C}$ ile belirtilmektedir. Bu çözelti metal yüzeyine sürülerek 300°C ısıtıldığında Cr ile kimyasal bir bağ yapmaktadır. Yüzeyde kalan SiO_2 bağı ise kompozitlerle bağ yaparak kompozitin metale yapışmasını sağlamaktadır. Aynı yapıştırıcının hazırlanan yüzeylere silicoater uygulaması sonucu elde edilen çekme değerleri incelenmiştir.

Tablo 33

Farklı işlemler uygulanmış metal yüzeylerine Silicoater uygulaması sonucu elde edilen değerler e karşılaştırılması

SILICOATER+SB					
	Metal oksit kg/cm^2	Sn kg/cm^2	SnO kg/cm^2	Difüzyon kg/cm^2	Difüzyon Oksidasyon kg/cm^2
	147.2	86.7	208.9	302.8	253.4
Metal kg/cm^2	186.4	186.4	186.4	186.4	186.4
Tutuculuk farkı	-39.2	-99.7	22.5	116.4	67
%	-% 26	-% 115	% 12	% 62.4	% 35.9

Bu tablodaki farkları gösteren değerler birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Burada oksitlenmiş metal yüzeyine Silicoater yöntemi uygulandığında, alınan sonuçlarda metal yüzeyindeki bağlantı kuvvetine göre % 26'lık azalma görülmektedir. Bu doğal bir sonuçtur. Çünkü oksitlenmiş yüzeyde $\text{SiO}_2\text{-C}$, Cr elementleri ile kimyasal bir bağ yapması mümkün değildir. Oysa direkt metal yüzeyinde bu bağlar oluşmaktadır. Ayrıca SB'nin direkt metale uygulanması sonucu elde edilen Tablo 32'deki 102 kg/cm^2 kuvvetin SiO_2 üzerine uygulanması sonucu 183.6 kg/cm^2 'ye yükselmesi ile de kanıtlanmaktadır. Silicoater yönteminin kompoziti metale kimyasal bağlarla bağladığını belirten araştırmaların sonuçları da bunu doğrulamaktadır(21,103).

Sn üzerine silicoater uygulanması sonucu, bağlantı kuvveti metale göre % 15 azalarak 86.7 kg/cm²'ye düşmektedir. Silicoater yönteminde Sn ile hiçbir bağ oluşturmadığı kanısındayız. Çünkü direkt Sn kaplı yüzeye SB uygulamasında bağlantı kuvveti 84.3 kg/cm²'dir (Tablo 32). Silicoater uygulaması ile bu kuvvet 86.7 kg/cm² olmuştur. Buradaki 2.4 kg/cm²'lik artış kanımızca kaplanmış yüzeyde açıkta kalması olası olan Cr elementlerinin SiO_x-C ile yaptığı bağlantıdan kaynaklanmaktadır.

SnO yüzeyine Silicoater yöntemi uygulandığında bağlantı kuvveti % 12'lik bir artış gösteriyor. Ayrıca Tablo 32'deki aynı yüzeyde aradaki artış da $208.9 - 2,2.5 = 6.4$ olarak ortaya çıkıyor. Bu artışta yine kanımızca açıkta kalan Cr elementinin SiO_x ile yaptığı bağlardan kaynaklanmaktadır.

Sn+difüzyon uygulaması sonucu elde edilen değerler incelenirse, burada tüm deneylerde elde edilen en yüksek değerler görülmektedir. Bu doğal bir sonuçtur. Çünkü bu yüzeyde bağlantıda 3 faktör etkindir.

- 1- Difüzyon sonucu inter moleküler kuvvetler,
- 2- Açıkta kalan Cr elementi ile SiO_x kimyasal bağlar,
- 3- Silicoater uygulaması sonucu oluşan yüzey enerjisinin artması.

Bu faktörler bağlantı kuvvetini maksimuma ulaştırmaktadır. Bunların etkin olduğu Tablo 32'deki difüzyon yüzeyindeki bağlantı kuvveti ile karşılaştırıldığında kanıtlanabilir. Çünkü Tablo 32'deki 230.7 kg/cm² olan değer, burada 72 kg/cm² artmıştır. Bu artış SiO_x-C'nin metal ile yaptığı kimyasal bağlarla sağlanmıştır.

difüzyon+oksidasyon yapılan yüzeylerde ise bağlantı azalmaktadır. Çünkü yüzeyin oksidasyonu sırasında açıkta kalan Cr elementinin büyük çoğunluğu da okside olmuştur.

SnO üzerine SiO_x-C uygulaması sonucu yüzey enerjisi azalmaktadır. Aradaki oksit tabakasının kalın olması, tutuculuğun difüzyona göre azalmasına neden olmuştur. Bu durum Sn-SnO'li yüzeylerde SiO_x uygulaması sonucundan, direkt yüzeylerdeki uygulamalarla elde edilen sonuçların küçük farklar göstermesi ile de kanıtlanabilir düşüncesindeyiz.

SnO silikatların boyar maddesidir. Silikatlar içinde difüzyona uğrar(52). Bir cins cam oluşur. Burada SnO, yüzeyine Silicoater yöntemi uygulaması sonucu yüzey enerjisinin artmasına neden olur. SnO yüzeydeki SiO-C uygulaması ile elde edilen sonuçlar bunları kanıtlamaktadır.

Tablo 34

Farklı işlemler uygulanmış metal yüzeylerine MBA yapıştırıcı uygulandıktan sonra yapılan çekme deneyleri sonuçlarının karşılaştırılması

	MBA				
	Metal oksit kg/cm ²	Sn kg/cm ²	SnO kg/cm ²	Difüzyon kg/cm ²	Difüzyon Oksidasyon kg/cm ²
	83	56.5	114.3	163	176.4
Metal kg/cm ²	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
Tutuculuk farkı	21.5	5	52.8	101.5	114.9
%	% 35	% 8	% 85	% 165	% 186

Metal yüzeyi ve Sn kaplama yapılan yüzeyler arası fark gösteren değer istatistiksel açıdan karşılaştırıldığında anlamlı bulunmamıştır(5). Diğer tüm farkları gösteren değerler istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Tablo 34 incelendiğinde tüm yüzeylerde elde edilen bağlanma kuvvetlerinde MBA değerleri SB'ninkinden daha düşüktür. Bu, yapıştırıcıların kimyasal yapılarına ve fiziksel olarak da istalme açıları ile reaksiyon sonucu ortaya çıkan polimerizasyon büzülme katsayılarına bağlı olabilir.

MBA kullanılarak yapılan deney sonuçlarına göre MBA'nın metal oksitli yüzeylere % 35, Sn+difüzyon oksidasyon yapılmış yüzeylerde % 186 artışa neden olması, bu preparatın SB'ye göre metal oksitli yüzeylerde daha iyi adezyon sağladığını göstermektedir. Çünkü bu artışlar SB ve metal oksitli yüzeylerde % 10, difüzyon+oksidasyon yapılmış yüzeylerde % 168'dir (Tablo 32). Bu düşüncemizi MBA'in difüzyonlu yüzeylerdeki SB'nin, % 126'lık artışına göre % 165'lik artış göstermesi de kanıtlanmaktadır. Çünkü difüzyon sırasında ortamda az da olsa bir oksidasyon söz konusudur. Sn okside olurken metali de okside edecektir. Buradaki, yüzey enerjisi artmasına bağlı olabileceği gibi, MBA'in metal oksitlerle kimyasal bir bağ yapmasının mümkün olduğunu düşündürmektedir. Bu nedenle bunun ayrı bir araştırma konusu olabileceği düşüncesindeyiz.

MBA'in diğer yüzeylerdeki tutuculuktaki fonksiyonu için, SB için yaptığımız tartışmayı tekrarlayabiliriz.

Tablo 35

Çeşitli işlemler uygulandıktan sonra silicoater uygulaması yapılan yüzeylerde yapılan çekme deneyleri sonuçlarının karşılaştırılması

SILICOATER+MBA					
	Metal oksit kg/cm ²	Sn kg/cm ²	SnO kg/cm ²	Difüzyon kg/cm ²	Difüzyon Oksidasyon kg/cm ²
	99.6	65.5	146.3	241	189.2
Metal kg/cm ²	132.7	132.7	132.7	132.7	132.7
Fark	-33.1	-67.2	13.6	108.3	56.5
%	-% 33.2	-% 102	% 10	% 81.6	% 42.5

Bu tablodaki tüm farkları gösteren değerler istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Bu tabloda silicoater, metal oksitli yüzeylerde % 33.2, Sn kaplı yüzeylerde ise % 102 oranında kompozitin bağlantı kuvvetinin azalttığı görülmektedir. Burada Sn kaplı yüzeylerde, azalmanın % 102 olması ile aynı yüzeyde SB için % 115 olması, bizim silicoater uygulamasının Sn kaplı yüzeylerde ki, yüzey enerjisini azalttığı düşüncesini kanıtlamaktadır. Ayrıca SiOx-C'nin, Sn ile reaksiyona girmediğini, yüzeyde meydana gelen SiOx-C tabakası ile yapıştırıcıların ıslatma açılarının uygun olmayan bir nitelik kazandığını göstermektedir.

SnO, yüzeylerde silicoater yöntemi uygulanması sonucu MBA'daki artış % 10'dur. SB'de ise % 12'dir. Bu değerlerde SnO ile kaplı yüzeyde yapıştırıcının türüne bağlı olmaksızın SiOx-C'in fonksiyonunun çok az olduğunu göstermektedir. Bu düşüncemizi yüzeydeki Sn difüzyonu sonucu açığa çıkan Cr elementleri ile SiOx reaksiyona girmesiyle bağlantı oranı MBA'de % 81, SB'de ise % 62.3'e yükselmesi ve aynı yüzeyin oksitlenmesi sonucu değerlerin MBA için % 81.6'den % 42.5'ya, SBA için % 62.3'ten % 35.9'a düşmesi kanıtlamaktadır. Metal-Silicoater ve SB uygulamasından elde edilen değerler Sn, Sn+oksidasyon, Sn+difüzyon+oksidasyon yüzeylerine silicoater uygulandıktan sonra elde edilen değerlerden, çıkarıldığında, SnO, metal yüzeyine göre % 12, Sn difüzyonunda % 62.4, difüzyon+oksidasyon % 35.9 bir artış olduğu Tablo 36'da görülmektedir.

Difüzyon+Silicoater uygulaması sonucu, yüzeyde SnO'ya göre artış % 5.4, difüzyon+oksidasyona göre % 26.5'tir. Bu iki artışın birbirine oranı ise 50.4/26.5:

Aynı değerlendirmeleri MBA+Silicoater uygulamalarında yaptığımız zaman metal yüzeyine göre SnO'de % 10, difüzyonda % 81.6, difüzyon+oksidasyonda % 42.5 artış olduğunu görüyoruz. Difüzyondaki artışa göre SnO ve Difüzyon+oksidasyondaki fark % 71.6 ve 39.7'dir.

Bunların birbirine oranı ise 71.6/39.1: 1.83. Bu iki oranını birbirine 0.07 fark göstermesi deneylerdeki hatalara bağlı olduğu düşüncesindeyiz. Bu nedenle bunları eşit kabul edebiliriz.

Bu oranların eşit olması yüzeylerde yapılan işlemler ve bunlara Silicoater uygulaması sonucu ortaya çıkan artışların yapıştırıcılara bağlı olmaksızın bağlantıda aynı fonksiyonu gösterdiklerini kanıtlamaktadır.

Buraya kadar metal oksitli, Sn ve Sn kaplı yüzeylerin oksitlenmesi Sn, difüzyonu ve oksitlenmesi ile elde edilen yüzeylerdeki SB ve MBA'in yapıştırıcılık fonksiyonlarını, direkt ve silicoater yöntemi üzerine uygulanmaları sonucunda elde edilen değerleri metal yüzeyinde aynı koşullarda yapılan deney grubu ile karşılaştırdık.

Sonuç olarak:

- 1- Metalin oksitlenmesi yüzey enerjisini ve yüzeyin ıslanabilirliği artırıyor. Direkt SB ve MBA uygulamaları için bunlar olumlu sonuçlardır. Ancak Silicoater yöntemi, böyle bir yüzeyde olumsuz sonuçların alınmasına yol açıyor.
- 2- SiOx-C sn ve SnO'daki yüzeylerde reaksiyona girmiyor.
- 3- SnO yüzeylerde oksit tabakasının metal yüzeyine adezyonu, metal oksitlerinden daha kuvvetli oluyor.
- 4- Oksit tabakasının kalınlığı adezyonu azaltıyor.

SnOSn difüzyonu-Sn Difüzyonu+oksidasyonu gruplarındaki Sb'nin bağlantı kuvvetine olan etkisi el, Sn kaplı gruplardaki yüzeye bağlantısını karşılaştırmak için Tablo 36 hazırlandı.

Tablo 36

Çeşitli işlemler uygulandıktan sonra SB kullanılan ve çekme deneyi yapılan örneklerde sonuçları gösteren tablo

SB			
	SnO kg/cm ²	Sn Difüzyonu kg/cm ²	Sn Difüzyonu + Oksidasyonu kg/cm ²
	202.5	230.7	274
Sn	84.3	84.3	84.3
Fark	118.2	146.4	189.3
%	% 140	% 173	% 224.5

Bu tabloda farkları gösteren değerler birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Tablo 36 incelendiğinde SnO kaplı gruplarda Sn kaplı yüzeye göre bağlantı kuvveti % 140 artmıştır. Buna neden yüzeydeki kalay okside edilirken çok az da olsa metale difüze olmaktadır. Bunun bir bağlantı sağladığını, Sn oksidin yüzey enerjisini yükselterek adezyonu artırdığını, aynı zamanda yüzeydeki mikroretansiyonu düzenleyerek yapıştırıcının ıslatma açısına uygun bir nitelik kazandırdığını söyleyebiliriz.

Sn difüzyonu sonucu tutuculuk % 173 artmıştır. Bu yüzeylerde SnO az oranda oluşur. Ancak difüzyon derinliği arttığı için intermoleküler bağların kuvveti de çok az artar. Bu sonuçta bağlantının daha kuvvetli olmasını sağlar. SnO yüzeylere göre buradaki artış bu düşüncemizi kanıtlamaktadır.

Sn+Difüzyon+oksidasyon grubunda intermoleküler bağların kuvvetli oluşu, yüzeydeki oksidin bunlara adezyonu ve yüzey enerjisinin artması ayrıca SnO mikro retansiyonu artırması, bu grupta ilk iki gruptaki üstün faktörlerin birleştirilmesi olarak düşünülebilir. Artışın % 224.5 gibi bir rakama ulaşması da bu düşüncemizin doğruluğunu kanıtlamaktadır.

Tablo 37'de yüzeylere Silicoater uygulaması sonrası SB'nin yapıştırıcı etkisini gösteren sonuçlar alınmıştır.

Tablo 37

Silicoater uygulaması sonrası SB'nin bağlantı değerlerinin gösterilmesi

SILICOATER+SB			
	SnO kg/cm ²	Sn Difüzyonu kg/cm ²	Sn Difüzyonu + Oksidasyonu kg/cm ²
	208.9	302.8	253.4
Sn	86.7	86.7	86.7
Fark	122.2	216.1	166.7
%	% 140.9	% 249.2	% 192.2

Bu tabloda farkları gösteren değerler birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Sn difüzyonlu yüzeylere Silicoater uygulaması yapıldığında en yüksek değer olan 302 kg/cm² elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak difüzyona bağlı inter moleküler bağları, difüzyon sırasında oluşan az miktardaki SnO ve difüzyon sonrası açığa çıkan metal yüzeyinin SiO_x ile kimyasal bağ yapmasını gösterebiliriz.

Sn kaplı okside edilmiş yüzey ile Sn kaplı yüzey arasındaki fark 122.3 kg/cm² iken difüzyon yapılmış yüzeylerde 216.2 kg/cm²'dir. Difüzyon+oksidasyon yapılan yüzeylerde ise 166.8 kg cm²'ye düşmektedir. Difüzyon+oksidasyon grubunda SiO_x'in etkisi kalmadığı, buna bağlı olarak da tutuculuğun % 50 oranında azaldığı görülür.

Tablo 36 ile Tablo 37'deki Sn kaplı yüzeylerdeki bağlantı kuvveti karşılaştırıldığında, SiO_x uygulanmış yüzeyde 2.4 arttığını ve artışın % 2.8 olduğunu görüyoruz. Buna neden olarak Sn kaplı yüzeydeki açıkta kalan metal ile SiO_x reaksiyonu sonucu oluşan bağlantı kuvvetlerini düşünmekteyiz. Sn-SnO ile (Sn-SnO)+SiO_x yüzeylerindeki bağlantı kuvvetinin % 0.9 artışı bu düşüncemizi kanıtlamaktadır.

Aynı tablolardaki difüzyon+oksidasyon grupları karşılaştırılırsa burada bağlantı kuvvetinin 273.6-253.4: 20.2 kg/cm² azaldığı görülmektedir. Buna neden kanımızca SiO_x tabakasının eklenmesi sonucunda oksit tabakasının kalınlaşması ve bunların çekme sırasında birbiri üzerinde kayarak bağlantıyı zayıflatmasıdır. MBA ile yapılan deneylerin sonuçları da Tablo 38 ve Tablo 39'da görülmektedir.

Tablo 38

Metal yüzeyinde çeşitli işlemler yapıldıktan sonra MBA kullanılması sonucu elde edilen çekme değerlerinin karşılaştırılması

MB			
	SnO kg/cm²	Sn Difüzyonu kg/cm²	Sn Difüzyonu + Oksidasyonu kg/cm²
	114.3	163	176.4
Sn	56.5	56.5	56.5
Fark	57.8	106.5	119.9
%	% 102	% 188	% 212.2

Bu tabloda farkları gösteren değerler birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Tablo 39

Metal yüzeyinde çeşitli işlemler yapıldıktan sonra silicoater ve MBA kullanılması sonucu elde edilen çekme değerlerinin karşılaştırılması

SILICOATER+MBA			
	SnO kg/cm²	Sn Difüzyonu kg/cm²	Sn Difüzyonu + Oksidasyonu kg/cm²
	146.3	241	189.2
Sn	65.5	65.5	65.5
Fark	80.8	175.5	123.7
%	% 123	% 267.9	% 188.8

Bu tablodaki farkları gösteren değerler birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlar bize Sn kaplı yüzeylerin inert atmosferde 30 dakika difüzyon işleminden sonra SiO_x-C uygulaması yapılan yüzeylerde yapıştırıcı preparata bağlı olmaksızın tutuculuğun arttığını göstermektedir.

Her iki yapıştırıcının SnO kaplı ve difüzyon yapılmış gruplarda Sn grubuna göre % olarak sağladığı artış SB için daha fazla iken Difüzyon yapılmış gruplarda ise bu artış MBA'de daha fazladır. Bu farkların yüzey enerjisi, yapıştırıcıların ıslatma açıları, yüzeyin ıslanabilirlik niteliği ve yüzeyin mikroretansiyon niteliğine bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

SiOx uygulaması sonucu SB ve MBA için en fazla artış yüzde olarak difüzyon grubundadır. Bunun nedeni yine bu gruptaki yüzeyde açığa çıkan Cr metalinin SiOx ile reaksiyona girerek bağlantıyı artırmasıdır. Sonuçlar bunu kanıtlamaktadır.

Tablo 36 ile 38'de Sn kaplanmış ve işlem yapılan yüzeylere Sb ve MBA yapıştırıcıları uygulanması ile elde edilen değerler, 37 ile 39'da Sn kaplanıp işlem yapılmış yüzeylere silicoater uygulaması sonrası elde edilen değerler görülmektedir.

Bu değerlerle SnO+silicoater uygulanmış grupların değerleri arasındaki artış yüzdeleri de hesaplanmıştır. Sonuçlara göre Tablo 37 ve Tablo 39 karşılaştırılırsa, Tablo 37'de Sn+SiO grubuna göre;

SnO için % 140.9, difüzyon için % 249.2, difüzyon-oksidasyon için % 192.2 artışlar olmuştur.

Bu artışların difüzyon grubu ile farkları;

$$249.2-140.9: 108.3$$

$$249.2-192.2:57'dir.$$

Bu farkların birbirine oranı $108.3/57:1.9$

Aynı hesaplamaları Tablo 39'daki silicotır yöntemi üzerine MBA uygulanan gruplar için yaparsak;

$$267.9-123:144.9$$

$$267.9-188.9: 7.1$$

Bunların birbirine oranı $144.9/79:1.83'dür.$

Bu oranların aynı olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü aradaki 0.07 fark deneyleri sırasındaki hatalardan kaynaklanmış olabilir.

Her iki oranın eşit olması bize kullanılan yapıştırıcıya bağlı olmaksızın SnO, Difüzyon, Difüzyon+oksidasyon işlemlerinin tutunmanın artmasını sağladıklarını ve bunda

etkili olduklarını kanıtlamaktadır. Çünkü SnO-Sn Difüzyonu, -Sn Difüzyonu+oksidasyon gruplarını metal grubu ile yapılan değerlendirilmesinde aynı değeri bulmuştuk. Bu bize SiO_x-C ve yüzey niteliğinin yapıştırıcıya bağlı olmaksızın bağlantı kuvvetini etkilediğini göstermektedir.

Makro Mekanik ve Mikro mekanik Retansiyonların Karşılaştırılması

Çalışmamızda günümüzde makromekanik retansiyon olarak sıklıkla kullanılan kafes retansiyonu seçildi.

Mikromekanik retansiyonlar 'etching'leme yoluyla elde edilirler. Bunun için elektrokimyasal ve kimyasal yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada, kimyasal yöntemin yanında, 5 değişik elektrolit ile elektrokimyasal 'etching'leme yöntemi de kullanıldı.

Elektrolit olarak kromit asit, okzalit asit, KOH, Tucker reaktifi ve HBO₃ kullanılan çubukların elektrokimyasal 'etching'leme sonrası yüzey görünümleri Şekil 18,19, 20, 21, 22'de görülmektedir. Çubuklar yuvarlak olduğu için kavisli bölgeler resimlerde flu olarak çıkmıştır. Net yüzey teğet olarak fotoğrafı çekilen yüzeydir. Bu şekiller karşılaştırılırsa, okzalik asit ve kromik asitle yapılan pürüzlendirmedeki yüzeylerde kristallerin yuvarlaklaştığı, buna karşılık Tucker ve HNO₃ elektrolitle riyle yapılan pürüzlendirmede kristallerin daha keskin köşeli ve aşınan sahaların daha geniş olduğu görülmektedir.

HNO₃ ile elde edilen yüzeyde belli kristallerin aşındığı diğerlerinin yüzeyde homojin bir pürüzlülük yaptığı görülür. KOH ile yapılan pürüzlendirmede ise yapıda bazı kristallerin etkilenmediği, bir kısmının az etkilendiği ve kristaller arası boşlukların derinlik farklılığı olduğu düşünülebilir. Bu gruplarda yapılan çekme deneylerinden elde edilen sonuçlar ve ortalama değerlerden şekildeki sütun grafiği çizilmiştir.

Bu grafik incelendiğinde şekillerdeki resimlerin yüzey görünümleri ile çekme değerleri arasında bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz.

En çok pürüzlendirme Tucker reaktifi ile, en az ise okzalik asitle elde edilmiştir (Şekil 19 ve 21). Bu iki değer arasındaki fark, her iki yapıştırıcı da da istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde farklar anlamlı bulunmuştur.

Kromik asit, KOH ve HNO₃ ile yapılan deneylerde MBA ve SB yapıştırıcıları için elde edilen değerler istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde anlamlı bulunmamıştır. Ancak pürüzlendirilmiş yüzeyler incelenirse kromik asitle pürüzlendirilen yüzeyde kristaller arası

aşınmada geniş sahalar elde edilmiş, KOH ve HNO₃ ile pürüzlendirilen yüzeylerde ise pikür şeklindeki korozyon yüzeyine benzer pürüzlendirme oluşmuştur.

BULGULARLA LİTERATÜRLERİN TARTIŞILMASI

Kalay ve silicator uygulamalarının literatürlerle karşılaştırılması

Metaller üzerinde herhangi bir malzemenin adezyon, metalin yüzey enerjisine bağlıdır. Yüzey enerjisi ne kadar büyük olursa o denli adezyon artar(107). Kumlanmış yüzeyde yapıştırıcılar kullanarak elde edilen bağlantı kuvvetinin kalay kaplanmış yüzeylerdekenden daha yüksek olması, bu kuralın çalışmalarımızdaki kanıtıdır.

Çünkü yüzey alan olarak ne kadar büyük olursa, enerjisi de o kadar büyük olacaktır. Kumlanmış yüzeyde, kumlama sonucu birim yüzeyde alan artmıştır. Sn kaplı yüzeyde ise birim yüzeyde alan daha küçüktür. Bu yüzey enerjisinin kumlanmış yüzeyde daha büyük olduğunu açıklar. Diğer taraftan her metalin yüzey enerjisi farklıdır. Sn'nin yüzey enerjisi 800 mJm⁻² Ni 2072 mJm⁻²(61).

Cr-ni alaşımının yüzey enerjisi doğal olarak Sn yüzey enerjisinden büyük olacaktır. Bu bizim her iki yapıştırıcı için metal yapıştırıcılara adezyonun, Sn'dan büyük olmasını açıklamaktadır. Bu fark yüzey enerjisine bağlıdır.

Metaller oksitlendiği zaman yüzey enerjileri artar(106). Gerek metal alaşımında gerekse Sn'in oksitlenmesi sonucu, ortaya çıkan artış, yüzey enerjisinin artmasından kaynaklanmaktadır. Oksidasyon arttıkça yüzey enerjisi de artacaktır. Ancak bu metallerin türüne bağlıdır. Saf Sn yüzey enerjisi Cr ve Ni göre düşüktür ve adezyon Cr-Ni'de Sn'ye göre daha fazla iken, oksitlenmiş yüzeylerde bu sonucun tersi olarak bağlantının SnO'da daha fazla olması, SnO'lu yüzeyin yüzey enerjisinin Cr-ni alaşımın oksit yüzeyindekenden daha fazla olduğunu düşündürmektedir.

Sn+difüzyonda kalayın intermoleküler bağlarla metale bağlanması ve işleme yüzey enerjisinin artması sonucu bağlantının artmasını aynı şekilde açıklayabiliriz. Difüzyon yapılmış yüzeyde oksidasyon sonucu bağlantının daha da artması, oksitlenmiş yüzeydeki yüzey enerjisinin artmasını kanıtlamaktadır.

Silicoater uygulaması sonucu tüm yüzeylerde her iki yapıştırıcı için adezyon kuvvetindeki artış SiO ile ilgilidir. SiOx-C yüzey enerjisinin artmasını sağladığı için bağlantı

artmıştır. Difüzyon üzerine SiOxC uygulaması sonucu yüzey enerjisi çok arttığı için en yüksek değer elde edilmiştir. Ancak difüzyon+oksidasyon üzerine SiOx-C uygulanmasında, tutuculuğun azalması yüzey enerjisinin artmasına karşılık oksit tabakasının kalınlaşması sonucu, birbiri üzerinde kaymaları nedeniyle olmaktadır.

Oksitli yüzeylerde yüzey enerjisi artar. Buna bağlı olarak adezyonda artar. Ancak bağlantıyı olumsuz yönde etkileyen oksidin metale olan adezyonudur. Cr'da CrO bağlantısının yüksek olmasına rağmen, Co'nin oksidi ile bağlantısı çok zayıftır.. Buna bağlı olarak CoO'nin tutuculuğu zayıftır(107).

SnO'de metal adezyonu kuvvetlidir. Bu nedenle seramik Pt'den kolay ayrılırken, Sn kaplanıp oksitlendikten sonra bağlantı sağlanmaktadır(96). Çünkü Sn'in işlem sırasında platine difüze olması ve oksidin yüzeyde adezyonla tutunması bu bağlantının artmasına neden olur. Ayrıca SnO'nin yüzey enerjisinin büyük olması da adezyonun artmasını sağlar(107). SnO'li ve Difüzyon+oksidasyonlu yüzeylerdeki bağlantının artması bunu kanıtlamaktadır. Ancak SiOx uygulanan yüzeylerde Difüzyon+oksidasyon yapılan grupla, difüzyonlu gruplara göre bağlantının azalması SiOx-C'nin SnO'li yüzeye adezyonunun zayıflığı ile de açıklanabilir.

Mikro ve makromekanik retansiyonlar bulgularının literatürlerle karşılaştırılması

HNO₃ kullanılarak yapılan Cr-Ni 'etching'lenmesinde 35 MPa bir tutunma olduğu Garry Hill ve ark. tarafından bildirilmiştir(59). Burada 35 MPa 350 kg/cm² civarında bir bağlantı kuvvetidir. Oysa bizim elde ettiğimiz değerler 87.9-134 kg/cm²'dir. Her iki değer arasında fark büyüktür. Ancak araştırmacılar yapıştırıcı olarak Comspan adlı bir preparat kullanmışlardır. Bu bize buradaki tutunma yüzeyinin pürüzlendirilmesinden çok yapıştırıcının etkin olduğunu göstermektedir. Bu bizim tüm araştırmamızda da MBA ve SB arasında SBA lehine olan farklılığın yapıştırıcının tutunmasındaki önemini açıklamaktadır.

Be içeren ve % 10, H₂SO₄ ile pürüzlendirilmiş yüzeylerde tutunma üzerine yapılan çalışmalarda 600-700 kg/cm² ile 474 kg/cm² değerler verilmektedir(76,160). Burada Be'nun tutunmada fonksiyonu olduğu bildirilmektedir. Ancak bizim kanımıza göre bu denli bir bağlantı kuvvetinin oluşması abartılmıştır. Çünkü burada verilen değerler, örneğin 600-700 kg/cm² 1/2 tonun üzerindedir. Buna karşılık Sedberr(128) yine % 10 H₂SO₄ kullanarak aynı alışımda yaptığı çalışmada tutunma kuvveti olarak 53.24 kg/cm² bir değer bildirmektedir. Yapıştırıcı olarak Kerr Resin Bonding kullanılan bu araştırmadaki değer, bizim

kumlamadan sonra direkt kullanılarak elde ettiğimiz 61.5 kg/cm^2 değerinden de küçüktür. Bu ise buradaki 'etchin'lemenin yeterli olmadığını göstermektedir.

Kompozitlerin metal yüzeylerine tutunmasında yüzeyin enerjisi, kimyasal yapısı ve oksit tabakasının metal ile adezyonu başlıca etkenlerdir.

Birinci grupta yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar bunları kanıtlamaktadır. Mikro mekanik ve makro mekanik tutucularla yapılan çalışmalarda, 'etchin'lemede birim yüzeyde alan genişletilmesi, yüzeydeki bir miktar oksidasyon sonucu ortaya çıkan yüzey enerjisi, yeterli büyüklükte bağlantı sağlayamamaktadır. Buna neden yine yüzeyde saf metal elementlerin yer alması bunların yüzey enerjilerinin oksitlerinden küçük olmasıdır.

Kafes retansiyonu sonucu elde edilen değerler, 'etching'leme sonucu elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında tüm 'etching' solüsyonlarında her iki yapıştırıcı arası farklar istatistiksel açıdan kafes retansiyonu lehine anlamlıdır. Buna neden, buradaki mekanik tutuculuktur. Bir miktar yüzey enerjisinin de katkısı olduğu düşünülebilir. Burada mekanik tutuculuğun etken olduğu, metal yüzeyindeki tutuculuktan daha büyük olması ile açıklanabilir.

Gerek bizim bulduğumuz sonuçlar gerekse literatürde verilen sonuçlar, tutunma kuvvetinin, yüzeyin pürüzlendirme kalitesine ve özellikle kullanılan yapıştırıcıya bağlı olduğunu göstermektedir. Yüzey ne kadar retantif olursa aynı tür bağlayıcılar için daha büyük tutunma kuvveti elde edilebilir. Bu görüşümüzü makro retansiyon kullanarak yaptığımız deneylerden elde edilen sonuçlar göstermektedir (Tablo 21). Sn kaplanarak yapılan birinci bölümdeki elde ettiğimiz sonuçlar ile mikromekanik ve makromekanik tutuculuk deneylerinden elde edilenden daha büyüktür.

Bu bize tutunmada kimyasal adezyon uli difüzyonun standart bir tutunma sağlayacağını göstermektedir. Çünkü elektro kimyasal veya kimyasal pürüzlendirmede yöntem uygulaması kişiye bağlıdır. Oysa difüzyon ve oksidasyon işlemleri ile kalay kaplama, belirli koşullarda kişiye bağlı olmaksızın gerçekleştirilebilir. Bu da belli düzeyde bir tutunmanın her zaman elde edilmesini sağlayacaktır.

Herhangi bir ısıtma fırınında direkt argon gazını vererek Sn, difüzyonunu sağlamak bugünkü koşullarda parasal teknik olarak basit bir işlemdir. Yüzeyin Sn kaplanması ise basit bir elektroliz olayıdır. Bu koşulları laboratuvarında gerçekleştirmek kolaydır.

Aynı zamanda çevre ve teknisyen sağlığı yönünden emin bir durumdur. Çünkü gerek % 10, H₂SO₄ ve diğer kimyasal çözeltilerin kullanılmasında bunların buharlaşması söz konusudur. Özellikle Tucker çözeltisi ile çalışmada açığa çıkan bu harlar toksik etki yapmaktadır(73).

Bu nedenlerden ötürü elektrokimyasal 'etching'leme yöntemi, bizim uyguladığımız Sn difüzyon ve oksidasyon yöntemine göre standardizasyon ve sağlık yönünden daha riskli olduğunu düşünebiliriz.



SONUÇLAR

Çalışmamızda aşağıdaki sonuçları elde edildi.

1- Elektrom mikroskopunda yapılan çalışma sonucu, kalayın inert atmosferde 10000°C'de yarım saat süreyle ısıtıldığında metalin yüzeyinde difüze olduğu, oysa hava atmosferinde bunun gerçekleşmediği saptanmış oldu.

2- Tüm yüzeylerde MBA ile elde edilen bağlantı kuvveti değerleri, SB'den küçüktür.

3- Kumlanmış metal yüzeyine yapıştırıcıların bağlantıdaki fonksiyonları, ıslatma açılarına bağlı olarak değişmektedir.

4- Kumlandıktan sonra okside edilmiş metal yüzeylerde yapıştırıcıların bağlantı kuvvetine etkileri artmaktadır. Bunun nedeni, oksidasyon sonucu yüzey enerjisinin artmasıdır. Buna bağlı olarak yüzeyin ıslanabilirliği ve sonuçta adezyon artmaktadır.

5- Kumlanmış metal üzerine silicoater yöntemi uygulamasından sonra yapıştırıcıların bağlantı kuvveti SB'de % 82 MBA'da % 115 artmaktadır. Aynı yüzeyde oksidasyon yapıldıktan sonra silicoater yöntemi uygulandığında elde edilen artışlar SB'de % 29, MBA'da % 20'dir. Bu okside edilmiş yüzeylerde SiO'nin okside iyi bağlanmaması ile açıklanabilir.

6- Sn kaplı yüzeylerde SB ve MBA için en düşük değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni saf metal kaplı yüzeyin yüzey enerjisinin küçük olmasıdır.

7- Sn üzerine silicoater yöntemi uygulanan gruplardan elde edilen sonuçlar Sn'in SiOx-C ile reaksiyona girmediğini ve yüzey enerjisini artırmadığını göstermektedir.

8- SnO'li yüzeylerde bağlantı kuvveti her iki yapıştırıcının direkt ve SiOx üzerine yapılan uygulamaları sonucu tutunma artmıştır. Buna neden oksidasyon sonucu yüzey enerjisinin artmasıdır.

9- Difüzyon yapılmış gruplarda direkt ve SiOx üzerine SB ve MBA uygulamalarında, SiOx bağlantı kuvvetini her iki yapıştırıcı için artırdığı görülmüştür. Bu artış SB için 302.8 ile en yüksek değere ulaşmıştır.

SB ve MB'de bu yüzeylerde direkt ve silicoater uygulaması sonucu, yüzde olarak artış SB için 32.2, MBA için % 57.3'tür. MBA'da daha fazla bir yüzdenin olması yüzeyde az da olsa oluşan SnO ile bu preparatın kimyasal bağ yaptığını düşündürmektedir. Bu iki yüzde arasındaki fark % 26.1'dir. SnO üzerine MBA'nın aynı koşullarda uygulanması sonrası elde edilen fark % 28'dir. Bunların birbirine çok yakın olması kimyasal bağlantının olabileceği görüşünü kuvvetlendirmektedir.

10-Sn'in difüzyon sonrası okside edildiği gruplarda, direkt ve silicoater uygulamaları üzerine yapılan deneylerde oksidasyonun silicoater yönteminin etkisini SB'de azalttığı, MBA'de ise artırdığı saptanmıştır. Bu sonuçlar SnO'lu yüzeyde de SiOx etkili olmadığı gruplarla aynı paraleldedir. Bağlantı kuvvetinin MBA için artması ise yine bu preparatın SnO ile bir reaksiyona girdiğini düşündürmektedir.

11-Mikromekanik retansiyonlar içinde en yüksek bağlantı Tucker reaktifi ve nitrik asit ile elde edilmiştir.

12-Makro mekanik retansiyon ile mikromekanik retansiyonlardan daha yüksek değerler elde edilmiştir.

ÖZET

Maryland bridge Adeziv ve Süper-bond yapıştırıcılarının, Cr-ni alaşımı yüzeylerine farklı işlemler uygulanarak bağlantısı araştırıldı.

Çalışmalar iki ana bölüm halinde yapıldı.

1. Bölümde elektron mikroskobu çalışmaları yapıldı. Alaşım yüzeyine kaplanan kalayın alaşım içine en uygun difüzyon koşulları incelendi. Sonuçta 1000}C'de yarım saat süreyle inert atmosferde bekletildiğinde en iyi sonuçlar elde edildi.

2. Bölümde çekme deneyleri yapıldı. Bu bölümde deneyler;

- a) Kalay ve silan uygulaması ile kimyasal retansiyon,
- b) Makro ve mikro retansiyon olarak gerçekleştirildi.
- a) Bir grupta yarım saat süreyle oksidasyon yapılan alaşım yüzeylerine, kalay kaplanan yüzeylere, kalay kaplandıktan sonra yarım saat difüzyon yapılan yüzeye, difüzyon sonrası oksidasyon yapılan yüzeylere, diğer grupta tüm bu işlemlerden sonra silicoater yöntemi uygulanan yüzeylere Maryland Bridge Adeziv ve Süper-bond sürülerek çekme kuvveti uygulanarak bağlantı kuvveti Instron aletinde ölçüldü. En yüksek bağlantı kuvveti kalay kaplandıktan sonra difüzyon yapılmış yüzeye silicoater yöntemi uygulaması sonucunda elde edildi.
- b) Grubunda, makro mekanik retansiyon olarak kafes, makromekanik retansiyon olarak da elektrolitik 'etching' yöntemi kullanıldı.

Mekromekanik retansiyonlar arasında en yüksek değerler Tucker reaktifi ile elde edildi. Makromekanik retansiyonlar mikromekanik retansiyonlardan daha yüksek sonuçlar vermiştir.

Makro mekanik retansiyon grubunda her iki yapıştırıcının bağlantı kuvvetine etkisi kalay kaplandıktan sonra difüzyon oksidasyon, difüzyon+oksidasyon yapılan gruptan düşüktür.

Tutunmada, yapıştırıcının ıslatma açısının adezyona etkisi kanırlanırken oksit tabakasının yüzey enerjisinin ve yüzey ıslanabilirliğinin arttığı tespit edilmiştir. SiO_x ve SnO ile reaksiyona girmediği, ancak Cr ile kimyasal bağ yaptığı kanıtlanmıştır.

Difüzyon sonucu oluşan inter moleküler bağların tutuculukta her iki yapıştırıcı için de en etkin faktör olduğu tespit edilmiştir.



SUMMARY

The bond strength of Maryland Bridge Adhesive and Super Bond to Cr-Ni alloy after various surface treatments has been investigated.

The research has been conducted in two main parts:

In the 1st. part, electron microscopic investigation has been done. The optimum condition for the diffusion of Sn to Sn plated alloy has been investigated. The best results were obtained at 1000 inert atmosphere for 30 minutes.

In the second part tensile tests were conducted on

- a) Chemical bonding with Sn and silicoater system
- b) Macro and micro retention.

In group 2 a part tensile tests were done by Instron Testing Machine using Maryland Bridge Adesiv and Super-bond as the adhesive. The alloy surfaces were treated as follows: oxidated for 30 minutes, the sn plated surfaces oxidised for 30 minutes, diffusion of Sn plated surfaces, oxidising after difusion. The same two adhesives were used to the treated surfaces after silicoating.

The highest bond strength was obtained with the surface that was diffused after Sn plating and silicoater application.

In group 2 b mesh was used as macromechanical retantion, and electrochemical 'etching' was used as micromechanical retention.

The same two adhesives were used to the test the bonding strength of the treated surfaces.

As the result, the micromechanical retention has less strength than the macromechanical retention.

In bonding, the effect of the wetting angle of the bonding agent on the bond strength has been proved, in this research it is observed that the oxide layer increases surface energy and wettability. It is also proven that SiO_x does not react with Sn and SnO but a chemical bond with Cr is formed.

It is determined that the most effective factor for both bonding agents is the intermolecular bonds formed as the result of diffusion.

Downloaded from <https://www.cambridge.org/core>. University of Twente, on 02 Jun 2020 at 10:00:00, subject to the Cambridge Core terms of use, available at <https://www.cambridge.org/core/terms>. <https://doi.org/10.1017/S0022272020000000>



KAYNAKLAR

- 1- Aboush, Y., Jenkins, C.B.G.: Tensile strength of enamel-resin-metal joints. *J.Prosthet.Dent.* 61 (6):688-94, 1989.
- 2- Aksu, M.N., Powers, J.M., Lorey, R.E., Kolling, J.N.: Variables affecting bond strength of resin-bonded bridge cements. *Dent.Mater.* 3:26-28, 1987.
- 3- Atsuta, M., Abell, A.K., Turner, D.T.: A new coupling agent for compasite materials: 4-Methacryloxyethyl trimellitic anhydride. *J.Biomed.Mater.Res.* 16:619-628, 1982.
- 4- Atsuta, M., Matsumura, H., Tanaka, T.: Bonding fixed prosthodontic composite resin and precious metal alloys with the use of a vinyl-thiol primer and an adhesive opaque resin. *J.Prosthet.Dent.* 67 (3):296-300, 1992.
- 5- Atta, M.O., Smith, B.G.N., Brown David.: Bond strengths of three chemical adhesive cements adhered to a nickel-chromium alloy for direct bonded retainers. *J.Prosthet.Dent.* 63 (2):137-48, 1990.
- 6- Ballesteros, T.J., Duke, E.S., Norling, B.K., Mayhew, R.B.: The influence of contamination on the band strength of an etched resin-bonded retainer. *J.Am.Dent.Assoc.* 112:359-361, 1986.
- 7- Barrack, G.: Recent advances in etched cast restorations. *J.Prosthet.Dent.* 52 (5):619-26, 1984.
- 8- Barrack, G.: Etched cast restorations. *Quintintessence Int.* 1:27-34, 1985.
- 9- Barzilay, I., Myers, M., Cooper, L., Graser, G.: Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. *J.Prosthet.Dent.* 59 (2):131-13, 1988.
- 10- Bastos, M.T.A.A., Mondelli, J., Ishikiriama, A., Navarro, M.F.: The Tensile strength of five types of retention for resin-bonded prostheses. *J.Prosthet.Dent.* 66(6):759-762, 1991.

- 11- Baykut,F.: Modern genel anorganik kimya. İ.Ü. Yayınları, Fatih Yayınevi Matbaası, 1984.
- 12- Bengisu,O., Evrenosoğlu,E.: Periodontal tedaviden sonra mobilitesi devam eden dişlere direkt bonding yöntemiyle yapılan splintlerin klinik uygulamaları. E.Ü. Diş Hek.Fak. Dergisi. 10 (1):55-69, 1989.
- 13- Binkley,T.K., Noble,R.M., Wilson,D.C.: Natural teeth pontics for a cast metal resin bonded prosthesis. J.Prosthet.Dent. 56 (5):531-5, 1986.
- 14- Bloxham,G.P.: resin-bonded fixed partial dentures for abutment teeth with existing occlusal restorations. J.Prosthet.Dent. 63 (3):241, 1990.
- 15- Bosin,S.D.: The macro-retentive casting. Clinical Preventive Dentistry. 8 (1):11-15, 1986.
- 16- Bowen,R.L.: Properties of a silica reinforced polymer for dental restorations. J.Am.Dent.Assoc. 66:57-64, 1963.
- 17- Bowen,R.L.: Adesive bonding of various materials to hard tooth tissues XVIII: Synthesis of a polyfunctional surface active comonomer. J.Dent.Res. 58:1101-1107, 1979.
- 18- Brady,T., Doukoudakis,A., Rasmussen,S.T.: Experimental comparison between perforated and etched metal resin-bonded retainers. J.Prosthet.Dent. 54 (3):361-364, 1985.
- 19- Burgess,J.O., McCartney,J.G.: Anterior retainer design for resin bonded acid-etched fixed partial dentures. J.Prosthet.Dent. 61 (4):433-436, 1989.
- 20- Caeg,Consuelo, Leinfelder,K.F., Lacefield,W.R., cutter,G.R.: Evaluation of two methods for direct bonding of metal to enamel. J.Dent.Res. 66:199, Abstract No:743, 1987.
- 21- Caeg,Consuelo, Leinfelder,K.F., Lacefield,W.R., Bell,W.: Effectiveness of a metod used in bonding resins to metal. J.Prosthet.Dent. 64 (1):37-41, 1990.
- 22- Caniklioğlu,B., Kayadeniz,İ.: Dişhekimliğinde korozyon. İ.Ü. yayınları, Ar Basım Yayım ve Dağıtım A.Ş., İstanbul, 1982.

- 23- Caputo,A., Ganidis,D.: Analysis of stresses in resin-bonded fixed partial dentures. Quintessence Int. 17 (2):89-93, 1986.
- 24- Cassidy,A.J., Storie,D.Q.: Saliva contamination and resin bonding of etched metal retainers. J.Prosthet.Dent. 57 (1):29-32, 1987.
- 25- Caugman,F., Comer,R.W., Duncan,J.D.: Combining resin-bonded prostheses and removable partial dentures: report of case. J.Am.Dent.Assoc. 114:187-189, 1987.
- 26- Caugman,W.W., Comer,R.W., Clark,L.L., Lentz,D. and Zardiackas,L.D.: The effect of finishing resin bonded fixed partial dentures on postcementation tensile strength. J.Prosthet.Dent. 59 (2):149-152, 1988.
- 27- Chang,H.K., Zidan,O., Lee,I.K., Marin,O.G.: Resin-bonded fixed partial dentures: A recall study. J.Prosthet.Dent. 65 (6):778-780, 1991.
- 28- Cheung,S.P., Dimmer,A.: Management of worn dentition with resin-bonded cast metal lingual veneering. J.Prosthet.Dent. 63 (2):122-123, 1990.
- 29- Council on Dental Materials, Instruments and Equipment: Etched metal resin bonded prosthesis. J.Am.Dent.Assoc. 115:95-97, 1987.
- 30- Craig,R.G.: Selected properties of dental composites. J.Dent.Res. 58 (5):1544-1550, 1979.
- 31- Creugers,N.H.J., Vant Hof Ma, Vrijhoef,M.M.A.: A clinical comparison of three types of resin retained cast metal prostheses. J.Prosthet.Dent. 56:297-300, 1986.
- 32- Creugers,N.H.J., Snoek,P.A., Vanthof,M.M.A., Kayser,A.F.: Resin-bonded fixed partial dentures: a controlled clinical trial. J.Dent. 16:114-119, 1988.
- 33- Creugers,N.H.J., Vanthof,M.M.A.: An analysis of clinical studies on resin-bonded bridges. J.Dent.Res. 70(2):146-149, 1991.
- 34- Crispin,B.J.: Success of etched-metal bonded retainers with nonrijid connections: A clinical way. J.Prosthet.Dent. 66 (1):336-342, 1991.
- 35- Crispin,B.J.: A longitudinal clinical study of bonded fixed partial dentures: The first 5 years.J.Prosthet.Dent. 66 (1):336-342, 1991.

- 36- Davila,J.M., Gwinnet,A.J.: Clinical and microscopic evaluation of a bridge using the acid-etch resin technique. *J.Dentistry for Children*. 53:228-32, 1978.
- 37- Doukoudakis,C., Cohen,B., Tsoutsos,A.: A new chemical method for etching metal frameworks of the acid etched prostheses. *J.Prosthet.Dent*. 58 (4):421-423, 1987.
- 38- Doukoudakis,A., Tzortzopoulou,E., Gray,S.: A comparison of the shear strength of chemically versus electrolytically etched metal retainers. *J.Prosthet.Dent*. 67 (5):614-676, 1992.
- 39- Dunn,B., Reisbick,M.H.:Adherence of ceramic coatings on chromium-cobalt structures. *J.Dent.Res*. 55(3):328-332, 1976.
- 40- Dummer,P.M.H., Gudden,J.: The Maryland bridge: a useful modification. *J.Dent*. 14:42-43, 1984.
- 41- Ekstrand,K., Ruyter,I.E.: Etching patterns of Co-Cr alloys for bonded cast restorations. *J.Dent.Res*. 66 (9):1479-1484, 1987.
- 42- El-Sherif,M.H., Shillingburg,H.T., Duneanson,M.G.: Comparison of the bond strength of resin bonded retainers using two metal etching techniques. *Quintessence Int*. 20 (6):385-388, 1989.
- 43- El-Sherif,M.H., El-Messery,A., Halhoul,M.N.: The effect of alloy surface treatments and resins on the retention of resin bonded retainers. *J.Prosthet.Dent*. 65(6):782-786, 1991.
- 44- Eshleman,J.R., Moon,P.C., and Barnes,R.F.: Clinical evaluation of cast metal resin bonded anterior fixed partial dentures. *J.Prosthet.Dent*. 51:761-764, 1984.
- 45- Fayyad,M.: The tensile bond strength of resin bonded electrolytically etched alloy to enamel. *Quintessence Int*. 21 (5):377-380, 1990.
- 46- Feinman,R.A.: The combination acid-etch-retained splint in fixed precision complete-coverage partial denture abutments. *Quintessence Int*. 21 (4):277-281, 1990.
- 47- Ferrari,M., Cagidiaco,M.C., Brechi,R.: Microscopic examination of resin bond to enamel and retainer with a phosphate monomer resin. *J.Prosthet.Dent*. 57 (3):298-301, 1987.

- 48- Ferrari,M., Cagidiaco,M.C., Brechi,R.: Evaluation of resin bonded retainers with the scanning electron microscope. J.Prosthet.Dent. 59 (2):160-5, 1988.
- 49- Ferrari,M., Cadidiaco,M.C., Borracchini,A., Bertelli,E.: Evaluation of a chemical etching solution for nickel-chromium-beryllium and chromium-cobalt alloys. J.Prosthet.Dent. 62(5):516-521, 1989.
- 50- Garcia-Goday,F., Kaiser,D., Malone,W.F.P., Hubbard,G.: Shear bond strength of two resin adhesives for acid-etching metal prostheses. J.Prosthet.Dent. 65 (66):787-789, 1991.
- 51- Gencay,K.: Çocuklarda kalıtsal ve edinsel diş eksikliklerinin restorasyonu. İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi, Doktora Tezi, 1988.
- 52- george,F., Vander Voort: Metalography. Mc Graw Hill Book Camp., U.S.A., 1984.
- 53- Gettleman,L., Vrijhoef,Y., Uchiyama,Y.: Adesiv prosthodontics: Adhesive cements and techniques. Academy of Dental Materals, Printed in The Netherlands, by Eurosound Drukkerij,B.V., Nijmegen, 1986.
- 54- Gilpatrick,R.O., Ross,J.A., Simonsen,R.J.: Resin to enamel bond strengths with various etching times. Quintessence Int. 22:47-49, 1991.
- 55- Görker,T.: Makro mekanik ve mikro mekanik (etching) retansiyonların tutuculuktaki işlevleri. İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Tıbbet Uzmanlık Tezi, 1989.
- 56- Hamada,Taizo, Shigeto,Naofomi, Yanagihara,T.: A decade of progress for the adhesive fixed partial dentuer. J.Prosthet.Dent. 54 (3):24-29, 1985.
- 57- Hansson,Ola: The Silicoater technique for resin bonded prostheses: clinical and laboratory procedures. Quintessence Int. 20 (2):85-98, 1989.
- 58- Haywood,V.B., Kanoy,B.E., Bruggers,K.J. and Andreauss,S.B.: Thermal removal of composite resin: Effect on rebonding etched metal. J.Prosthet.Dent. 63 (3):289-291, 1990.
- 59- Hill,G.L., Zidan,O. and Gomez-Marin,O.: Bond strengths of etched base metals: Effect of errors in surface area estimation. J.Prosthet.Dent. 56(1):41-6, 1986.
- 60- Holland,W. and others: Selectec properties for four cements for resin bonded bridge application. J.Indiana Dent.Assoc. 63(6):9-13, 1984.

- 61- Hondros,E.D.: Interfacial enerjies and composition in solids. Division of Chemical Standarts National Physical Laboratory Teddington, Middlesex, England, 1985.
- 62- Howe,DT.F., Denehy,G.E.: Anterior fixed partial dentures utilizing the acid-etch techniqxue and a cast metal framework. J.Prosthet.Dent. 37(1):28-31, 1977.
- 63- Hudgins,J.L., Moon,P.C., Knop,F.J.: Particle- roughened resin-bonded retainers. J.Prosthet.Dent. 53 (4):471-475, 1985.
- 64- İmirzalıoğlu,P.: Kuron köprü protezlerinde kıymetsiz metal alaşımı alt yapının rezin materyali ile bağlantısında elektrokimyasal dağlama ve silanla kaplama yöntemlerinin karşılaştırılması. A.Ü. Diş Hekimliği Fakóltesi Doktora Tezi, 1991.
- 65- Ishijima,T., Caputo,A.A., Mito,R.: Adhesion of resin to casting alloys. J.Prosthet. Dent. 67 (4):445-449, 1992.
- 66- Jackson,R.T., Healey,K.W.: Chairside electrolytic etching of cast alloys for resin bonding. J.Prosthet.Dent. 54(6):764-769, 1985.
- 67- Jacobsen,T.E., Chang,J.C., Keri,P.P., and Watonabe,L.G.: Bond strength of 4-Meta akrilik resin denture base to cobalt chromium alloy. J.Prosthet.Dent. 60 (5):570-576, 1988.
- 68- Jacobsen,T.: The significance of adhesive denture base resin. Int.J.Prosthodont. 2 (2):163-172, 1989.
- 69- Jenkins,C.B.G.: Etched-retained anterior pontics. Brit.Dent.J. 144:206-208, 1978.
- 70- Jordan,R.E., Suzuki,M., Sills,P.S., Gratton,D.R., Gwinnet,J.A.: Temporary fixed partial dentures fabricated by means of the acid-etch resin technique: a report of 86 cases followed for up to three years. J.Am.Dent.Assoc. 96:994-1001, 1978.
- 71- Jordan,R.D., Aquilino,S.A., Leary,J.M., Jensen,M.: Tensile bond strengths of base metals etched electrolytically vs. chemically. J.Dent.Res. 66:199, Abstract no:741, 1987.
- 72- Karlsson,S.: A clinical evaluation of fixed bridges, 10 years following insertion. Journal of oral rehabilitation. 13:423-432, 1986.
- 73- Kayadeniz,İ.: Kiřisel görüşme. İ.Ü. Kimya Mühendisliđi Fakóltesi.

- 74- Kellet,M.: The etch-retained metal restoration in hospital clinical use. Br.Dent.J. 163:259-61, 1987.
- 75- Kohli,S., Levine,W.A., Grisius,R.J., Fenster,R.K.: The effect of three different surface treatments on the tensile strength of the resin bond to nickel-chromium-beryllium alloy. J.Prostet.Dent. 63(1):4-8, 1990.
- 76- Kreuger,G.,E.,Arnold,A.M.O., Aquilino,S.A., Scandrett,F.R.: A comparison of electrolytic and chemical etch systems on the resin to metal tensile band strength. J.Prosthet.dent. 64 (5):610-617, 1990.
- 77- Kuraray Co., L.T.D.: Panavia Dental Adesive, Instructions for Use, Osaka, Japan.
- 78- Kuyinu,E., Levine,W.A., Grisius,R., Fenster,R.: An in vitro study of the tensile strength of the resin bond between chemically etched non-noble alloy and enamel. J.Prosthet.Dent. 63 (3):292-5, 1990.
- 79- Lambert,P.M., Moore,D.L., Elletson,H.H.: In vitro retentive strength of fixed bridges constructed with acrylic pontics and an ultraviolet-light polymerize resin. J.Am.Dent. Assoc. 92:740-43, 1976.
- 80- Laufer,B., Nicholls,J.: time delay effects on the tensile bond strength developed by the silicoater. Quint.Dent.Technol. 11:199-203, 1987.
- 81- Laufer,B.Z., Nicholls,J.I., Townsend,J.D.: SiO-C coating: A composite to metal bonding mechanism. J.Prosthet.Dent. 60 (3):320-327, 1988.
- 82- La1son,J.R.:Alternative alloys for resin-bonded retainers. J.Prosthet.Dent. 65 (1):97-99, 1991.
- 83- Lee,B.D., Phillips,R.W., Swartz,M.L.: The influence of phosphoric acid etching on retention of acrylic resin to bovine enamel. J.Am.Assoc. ADA 82:1381-1386, 1971.
- 84- Lin,T.H., Chang,H., Chung,K.: Interfacial strengths of various alloy surface treatments for resin bonded fixed partial dentures. J.Prosthet.Dent. 64 (2):158-162, 1990.
- 85- Livaditis,G.J., Thompson,V.P.: Etched casting: an improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. J.Prosthet.Dent. 47 (1):52-8, 1982.

- 86- Livaditis,G.J.: Cast metal resin bonded retainers for posterior teeth. J.Am.Dent. Assoc. 10xx1:926-9, 1980.
- 87- Livaditis,G.J.: A chemical etching system for creating micromechanical retention n resing bonded retainers. J.Prosthet.Dent. 56(2):181-8, 1986.
- 88- Livaditis,G.J., Tate,D.L.: Gold-plating etched metal surfaces of resin bonded retainers. J.Prosthet.Dent. 59 (2):153-158, 1988.
- 89- Love,L.D., Breitman,J.B.: Resin retention by immersion etched alloy. J.Prosthet. Dent. 53 (5):623-624, 1985.
- 90- Marinello,C.P., Luthy,H., Scharer,P.: Influence of heat treatment on the surface texture of an etched cast nickel-chromium base alloy: An evaluation by profilometric records. J.Prosthet.Dent. 56(4):431-435, 1986.
- 91- Marinello,C.P., Kerschbaum,T., Pfeiffer,P., reppel,P.D.: Success rateexperience after rebonding and renewal of resin bonded fixed partial dentures. J.Prosthet.Dent. 63 (1):8-11, 1990.
- 92- Marinello,C.P., Scharer,P., Meyenberg,K.: Resin-bonded etched castings with extracoronal attachments for removable partial dentures. J.Prosthet.Dent. 66 (1):52-55, 1991.
- 93- Marx,H. und Schöfer,A.: Zur Verwendung von Dentallegierungen; Ergebnisse einer Umfrage in Laboratorien. Dental-Labor 35, 1163-1164, 1987.
- 94- Matsumura,H., Kawahara,M., Tanaka,T., Atsuta,M.: Surface preparations for metal frameworks of composite resin veneered prostheses made with an adhesive opaque resin. J.Prosthet.Dent. 66(1):10-15, 1991.
- 95- Mc Cabe,J.F.: Anderson's Applied Dental Materials, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburg, 1985.
- 96- Mc Lean J.W.: The Science and Art of Dental Ceramics. Volume II. Quintessence Publishing Co. Inc. Chicago, Berling, Rio de Jeneiro, Tokyo, 1980.
- 97- Meiers,J.C., Jenson,M.E., Mayclin,T.: Effect of surface treatments on the bond strength of etched-metal resin-bonded retainers. J.Prosthet.Dent. 53 (2):185-90, 1985.

- 98- Meiners,H.: Renaissance der Kunststoff verblendung, Referate Prothetik heute, Bad Salzfler 41-45, 1989.
- 99- Mohl,G., Mehra,R., Ford,A.: Clinical evaluation of etched-metal resin-bonded fixed partial dentures. J.Prosthet.Dent. 4:403-404, 1988.
- 100- Moon,P.C.: Bond strengths of the lost salt procedure: A new retention method for resin-bonded fixed prostheses. J.Prosthet Dent. 54 (4):435-439, 1987.
- 101- Morley,K.: The acid-etch bridge. J.Canad.Dent.Ass. 3:207-209, 1985.
- 102- Musil,R., Garschke,A., Tiller,H.J.: Neue Aspekte des Kuntstoff-Metal-Verbundes in der Kronen -und Brückentechnik, Dental Labor, 30 (2):1711-1716, 1982.
- 103- Musil,R., Tiller,H.: The adhesion of dental resins to metal surfaces. The Kulzer Silicoater Process, Wehrheim, (1984).
- 104- Naegeli,D.G., Duke,S., Schwartz,R., Narling,B.K.: Adhesive bonding of composites to a casting alloy. J.Prosthet.Dent. 60 (3):279-283, 1988.
- 105- Neifeh,D., Wendt,S.L., Dormois,L.D., McKnight,J.P.: A laboratory evaluation of rebond strengths of solid retainers of the acid etched fixed partial denture. J.Prosthet.Dent. 59 (5):583-587,1 988.
- 106- Nakabayashi,N., Kojima,K., Masuhara,E.: The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J.Biomed.Mater.Res. 16:265-273, 1982.
- 107- Nasu,Toshio: Polyacrylic acid-metal adhesive bond joint characterization by x-ray photoelectron spectroscopy. J.Biomed.Mater.Res. 20 (3):347-362, 1986.
- 108- Nayır,E.H.: Çeşitli kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine araştırmalar. İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi, Doktora Tezi, 1982.
- 109- Nelson,S.R., Till,M.J., Hinding,J.H.: Comparison of materials and methods used in acid etch restorative procedures. J.Am.Dent.Assoc. 99:1123-1127, 1974.
- 110- Nykamp,T.L., Lorey,R.E., Myers,G.E.: A comparison of the various mechanisms of etched metal resin bonded bridges. J.Dent.Res. 63:331, Abstr. no:1439,1 984.

- 111- Olsen,R., Duke,S., Narling,B.K.: Enamel reduction and the bond strength of resin-bonded retainers. J.Prosthet.Dent. 60 (1):32-35, 1988.
- 112- Ohno,H., Araki,Y., Endo,K., Kawashima,I.: The adesion mechanism of dental adesive resin to the alloy-Adesive ability of dental adesive resin to the cleaned metal surface obtained by hydrogen gas reduction method-Dental Materials Journal. 8 (1):1-8, 1989.
- 113- Ohno,H.: A new conversion method of metal surfaces for resin bonding-conversin effects for pure metals in dental precious metal alloys . 27:101-108, 1990.
- 114- Omura,I., Yamauchi,J., Harada,I., Wada,T.: Adhesive and mechanical properties of a new dental adhesive. J.Dent.Res. 63:233, Abstr. no:561, 1984.
- 115- Pagararo,L.F., Barrack,G.: A comparison of bond strengths of adhesive cast restorations using different designs, bonding agents and luting agents. J.Prosthet. Dent. 57 (2):133-137, 1987.
- 116- Phillips,R.W.: Composite restorative resins. J.Amer.Dent.Ass. 80:357-358, 1970.
- 117- Plainfield,S., Wood,V., Podesta,R.: A stress-relieved resin-bonded fixed partial denture. J.Prosthet.Dent. 61 (3):291-293, 1989.
- 118- Priest,G.F., Donatelli,H.A.: A four year clinical evaluation of resin-bonded fixed partial dentures. J.Prosthet.Dent. 59 (5):542-546, 1988.
- 119- Probster,L.: Parallel soldered pins for improved macromechanical retention of adhesive fixed partial dentures-procedures and clinical experiences. Quintessence Int. 20 (12):871-878, 1989.
- 120- Probster,L., Setz,J.: Clinical performance of silan coated resin-bonded fixed partial dentures with two different preparational concepts. Quintessence Int. 21:707-712, 1990.
- 121- Re,G., Malone,W., Godoy,F., Jones,T.: Three different retentive methods for the resin-bondeded retainer. J.Dent.Res. 66:206, Abstr. no:796, 1987.
- 122- Re,G.J., Kaiser,D.A., Malone,W.F.P. et al.: Shear bond strength and scanning electron microscope evaluation of three different retentive methods for resin bond retainers. J.Prosthet.Dent. 59 (5):568-573, 1988.

- 123- Renner,R.P., Shriu,A.: The combination acid etched retained and fixed partial denture. *Quintessence Int.* 17 (3):165-171, 1986.
- 124- Rochette,A.L.: Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J.Prosthet. Dent.* 30 (4):418-423, 1973.
- 125- Rothermal,R.A., Kelly,J.R.: Resin-bonded prostheses: Microleakage and luting agent thickness of etched and cast meshwork retainers. *J.Prosthet.Dent.* 56 (1):47-50, 1986.
- 126- Rux,W., Cooley,R.L., Hicks,J.L.: Evaluation of a phosphonate BIS-GMA resin as a bracket adhesive. *Quintessence Int.* 22 (1):57-60, 1991.
- 127- Schaffer,H., Piffer,A.: Evaluation of the electrolytic etching depth of a nickel-chromium base alloy used in resin-bonded cast restorations. *J.Prosthet.Dent.* 64 (6):680-683, 1990.
- 128- Sedberry,D., Burgess,J., Schwartz,R.: Tensile bond strengths of three chemical and one electrolytic etching systems for a base metal alloy. *J.Prosthet.Dent.* 68 (4):606-610, 1992.
- 129- Seto,B., Avera,S., Kagawa,T.: Resin bonded etched cast cingulum retainers for removable partial dentures. *Quintessence Int.* 11:757-760, 1985.
- 130- Sheen,G.: The resin bonded cast mesh bridge. *Quint.Dent.Technol.* 9 (6):381-385, 1985.
- 131- Short,G.M., Hembree,J.H., Mc Knight,J.P.: The bond strengths of resin systems to etched enamel. *J.Prosthet.Dent.* 36 (5):538-542, 1976.
- 132- Simonsen,R., Thompson,V., Barrack,G.: *Etched Cast Restorations: Clinical and Laboratory Techniques.* Chicago, Quintessence Publishing Co., 1983.
- 133- Solnit,G.S., Aquilino,S.A., Jordan,R.D.: An etched metal splint to prevent the supereruption of unopposed teeth. *J. Prosthet.Dent.* 59 (3):381-383, 1988.
- 134- Stevens,A., Bradshaw,B., Cristensen,R., Bangenter,V.: Comparison of 3 surface treatments & 11 cements for resin retained prostheses. *J.Dent.Res.* 66:199, Abstract No:742, 1987.

- 135- Stokes,A.N., Tidmarsh,B.G.: Porous metal coating for resin-bonding systems. J.Prosthet.Dent. 56 (2):170-175, 1986.
- 136- Stokes,A.N.: Porous metal coating to enhance retention of a Rochette prostheses. J.Prosthet.Dent. 58 (5):657, 1987.
- 137- Stokes,A.N., Tidmarsh,B.G.: porous metal coating-a micro retentive alternative to etched metal prosthesis. Quintessence Int. 18 (10):675-678, 1987.
- 138- Stolpa,J.B.: An adhesive technique for small anterior fixed partial dentures. J. Prosthet.Dent. 34 (5):513-9, 1975.
- 139- Taleghani,M., Leinfelder,K.F., Taleghani,A.M.: An alternative to cast etched retainers. J.Prosthet.Dent. 58 (4):424-428, 1985.
- 140- Tanaka,T., Atsuta,M., Uchiyama,Y., Kawashima,I.: Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings. J.Prosthet.Dent. 42 (3):282-91, 1979.
- 141- Tanaka,T., Nagata,K., Takeyama,M., Atsuta,M., Nakabayashi,N., Masuhara,E.: 4-Meta opaque resin -A new resin strongly adhesive to nickel-chromium alloy. J.Dent.Res. 60:1697-1706, 1981.
- 142- Tanaka,T., Fujima,E., Shimizu,H., Takaki,A., Atsuta,M.: Surface treatment of nonprecious alloys for adhesion fixed partial dentures. J.Prosthet.Dent. 55 (4):456-62, 1986.
- 143- Tanaka,T., Hirano,H., Kawahara,M., Matsumura,H., Atsuta,M.: A new ion coating surface treatment of alloys for dental adhesive resins. J.Dent.Res. 67 (11):1376-1380, 1989.
- 144- Tanaka,T., Atsuta,M., Nakabayashi,N., Masuhara,E.: Surface treatment of gold alloys for adhesion. J.Prosthet.Dent. 60 (3):271-279, 1988.
- 145- Thompson,V.P., Castillo,E.D., Livaditis,G.J.: Resin-bonded retainers. Part 1: resin bond to electrologically etched non-precious alloys. J.Prosthet.Dent. 50:771-779, 1983.
- 146- Tregaskes,J.N., Wohlford,J.M.: Tensile strength of three bonding agents for resin-bonded prostheses. J.Prosthet.Dent. 62:14-17, 1989.

- 147- Twesme,D.A., Lacefield,W.R., O'Neal,S.J.: Effects of termocycling, silicoating, and etching on composite bonding to Cu, Au and Ni base alloys. *J.Dent.Res.* 66:206, Abstr. no:799, 1987.
- 148- Tyroendle,K.B., Canales,M.L., Richardson,J.T.: Temporary replacement of missing maxillary incisors. *J.Prosthet.Dent.* 55 (2):227-279, 1986.
- 149- Veen vd H., Bronsdijk,A.E., Poel, vd.: Das OVS System als Hafmechanismus für Komposit-Atzbrücken Eine neue Verbundtechnik zwischen Metall und Komposit. *Quintessence.* 10:1943-1946, 1984.
- 150- Veen vd H., Kajenbrink,T., Bronsdijk,B., Poel vd F.: Resin bonding of tin electroplated precious metal fixed partial dentures: one-year clinical results. *Quintessence Int.* 17:299-301, 1986.
- 151- Williams,V.D., Drennon,D.G., and Silvestone,L.M.: The effect of retainer design on th retention of filled resin in acid-etched fixed partial dentures. *J.Prosthet.Dent.* 48 (4):417-422, 1982.
- 152- Williams,V.D., Dedman,H.W.: The retentive capacity of rebonded retainers to enamel. *J.Posthet.Dent.* 51 (2):205-8, 1984.
- 153- Williams,V.D., Denehy,G.E., Thayer,K.E., Boyer,D.B.: Acid-etch retained cast metal prostheses: a seven year retrospective study. *J.Am.Dent.Assoc.* 108:629-631, 1984.
- 154- Williams,H.A., Caughman,W.F., Pollard,B.L.: The esthetic hybrid resin-bonded bridge. *Quintessence Int.* 20 (9): 623-626, 1989.
- 155- Williams,V.D., Thayer,K.E., Denehy,G., Boyer,D.B.: Cast metal, resin-bonded prostheses: A 10 years retrospective study. *J.Prosthet.Dent.* 61 (4):436-441, 1989.
- 156- Williams,V.D., Arnold,A.D., Aquilino,S.A.: Bond versus rebond strengths of three luting agents for resin-bonded fixed partial dentures. *J.Prosthet.Dent.* 67 (3):289-292, 1992.
- 157- Wiltshire,W.A.: Tensile bond strengths of various alloy surface treatments for resin-bonded bridges. *Quint.Dent.Technol.* 10 (4):227-232, 1986.

- 158- Wiltshire,W.A., Ferraire,M.R., Nel,J.C.: Clinical evaluation of resin bonded bridges at 1-3 years. J.Dent.Res. 66:199, Abstract no:740, 1987.
- 159- Yoshida,K., Matsumura,H., and Atsuda,M.: Monomer composition and bond strength; of light-cured 4-Meto Opaque Resin. J.Dent.Res . 69 (3):849-851, 1990.
- 160- Zidan,Omar: Factors Affecting Precision of Bonded Restorations. A thesis Submitted to the faculty of the Graduate School of the University of Minnesota, 1984.



ÖZGEÇMİŞ

26.7.1964 yılında İstanbul'da dünyaya geldim. İlk ve orta öğrenimimi İstanbul'da tamamladım. 1986 yılında İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesinden mezun oldum.

Aynı yıl İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Kron Köprü Protez Bilim Dalında doktora öğrenimime başladım. Halen aynı bilim dalında görev yapmaktayım.