

283843

T. C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SABİT PROTEZLERDE DİREKT BONDİNG YÖNTEMİ İÇİN
BİR KROM - NİKEL ALAŞIMININ EN ETKİN
ELEKTROKİMYASAL PÜRÜZLENDİRME TEKNİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**PROTEZ (DİŞ) PROGRAMI
DOKTORA TEZİ**

Dr. NUR E. ATASEVER

ANKARA — 1985

52

T. C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SABİT PROTEZLERDE DİREKT BONDİNG YÖNTEMİ İÇİN
BİR KROM - NİKEL ALAŞIMININ EN ETKİN
ELEKTROKİMYASAL PÜRÜZLENDİRME TEKNİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

PROTEZ (DİŞ) PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

Dr. NUR E. ATASEVER

REHBER ÖĞRETİM ÜYESİ : Doç. Dr. MÜJGAN ÜKTEMER

ANKARA - 1985

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa No.</u>
Giriş	1
Genel Bilgiler	3
Gereç ve Yöntem	18
Bulgular	35
Tartışma	40
Sonuç	48
Özet	50
Kaynaklar	51

G İ R İ Ő

Son yıllarda, diş hekimliğinde koruyuculuk kavramının tekrar önem kazanmasına bağlı olarak, araştırmacılar diş dokusuna elverdiğince az zarar vererek, eksik dişleri yerine koyabilmenin yollarını araştırmışlardır.

Alışılmış köprülerin yapımında, destek dişlerin preparasyonu sırasında, diş dokusundan oldukça fazla miktarda madde alınması sözkonusudur. Eğer destek dişlerin estetik görünümleri iyi değilse, çürükler nedeni ile büyük dolguları varsa, bu köklü bir tedavi olarak görölmektedir. Ancak sıklıkla karőılaőıldıđı gibi, birçok hasta eksik diőini tamamlamak için bile olsa sağlam dişinin kesilmesine karşı koymaktadır. Alışılmış köprülerin bu olumsuz yönleri, araőtırmacılara diş kesimi yapılmaksızın asitle pürüzlendirilen mine yüzeylerinden tutuculuk sağlayan köprü yapma fikrini vermiőtir.

Bu yeni tip köprülerin yapımı Rochette⁽¹⁾ ile başlamıştır. Akrilik resin gövdelerin veya hastanın doğal dişinin, direkt olarak minesini asitle pürüzlendirilerek mikroskobik tutucu boşluklar elde edildikten sonra, kompozi dişlere kompozit resinlerle bağlanması, geçici bir onarım olarak birçok diş hekimi tarafından açıklanmıştır⁽²⁻¹⁰⁾. Daha sonraları konulan bu dişleri metal ile destekleyerek uzun süreli tutuculuk elde etme fikri dođmuőtur, önceleri metal iskelet delikli olarak yapılmış⁽¹¹⁻¹⁴⁾, daha sonra metal dökümün iç yüzeyini elektrokimyasal olarak pürüzlendirmenin daha iyi sonuç verdiği ortaya atılmıőtır⁽¹⁵⁾.

Alışılmış köprülere kıyasla diş dokusundan oldukça az preparasyon gerektiren bu tip köprülerde, metal ile kompozit resin arasındaki tutuculuğu artırmak üzere, metale uygulanabilecek en etkin pürüzlendirme tekniği de son zamanlarda üzerinde fazlaca durulan bir konu olmuştur⁽¹⁵⁻¹⁸⁾.

Bu araştırmayı yapmaktaki amacımız, metal ile kompozit resin arasındaki tutuculuğu artırmak üzere, soy olmayan bir alaşım için en etkin elektrokimyasal pürüzlendirme tekniğini ortaya çıkarmaktır.

G E N E L B İ L G İ L E R

Dişhekimliğin de belki de son çeyrek yüzyılda, minenin asitle pürüzlendirilmesi kadar, tek başına hiç bir buluş bu derece etkili olmamış ve ilgi görmemiştir.

İlk kez Buonocore⁽¹⁹⁾ 1955 yılında, minenin asitle pürüzlendirilmesi ile diş minesini ve resin arasındaki bağlantının önemli derecede artırılabilirliğini ortaya çıkarmıştır. Bu buluştan sonra, günümüzde dişhekimliğin de kullanılmakta olan pürüzlendirme tekniklerinin gelişmesini sağlayan yoğun laboratuvar ve klinik çalışmaları başlamıştır⁽²⁰⁻²³⁾.

Asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyine resinlerin bağlanması klinik ve laboratuvar araştırmalarında başarılı sonuçlar vermiş^(19,24), mine yüzeyini asit ile pürüzlendirmek ve oluşan tutucu girintilere kitlenen bir kompozit resin materyal yerleştirmek onarıcı dişhekimliğine yeni boyutlar kazandırmıştır⁽²⁵⁻³⁰⁾. Bu teknik diş dokusundan fazla derecede madde kaybı olan dişlerin onarılmasında⁽³¹⁾, periodontal sağlığı bozulmuş dişlerin splintlenmesinde⁽³²⁾, fissürlerin koruyucu amaçla kapatılmasında^(33,34), ortodontik bantların mineye direkt olarak bağlanmasında⁽³⁵⁾ ve son zamanlarda da eksik dişlerin yerine konulmasında döküm metal iskeleti diş yüzeyine bağlamada kullanılmıştır^(16,17,36,37).

Buonocore⁽¹⁹⁾, mine yüzeyini % 85 lik fosforik asit ile pürüzlendirmiştir. Daha sonra yapılan araştırmalarda en uygun fosforik asit konsantrasyonu % 50 olarak saptanmıştır^(22,33,38).

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi ile oluşan etki şöyle açıklanmaktadır⁽¹⁹⁾ :

1. Yüzeydeki çukurcuklar artar alan genişler,
2. Minenin organik yapısı ortaya çıkar, ağ biçimindeki bu yapı ile resinler arasında mekaniksel adezyon oluşur,
3. İnterprizmatik alanlarda derinlemesine boşluklar oluşur, resinin bu boşluklara kolayca penetrasyonu sağlanır,
4. Tamamen reaksiyona girmiş eski materyal dış yüzeyinden uzaklaştırılır, bağlanma için gerekli yeni mine yüzeyi ortaya çıkar,
5. Asitin fosfat grupları mine yüzeyine yığılırlar ve bu yüzeyin ıslanabilirliğini artırır.

Retief⁽²²⁾ % 50 fosforik asit ile 1 dakika süre ile pürüzlendirilen mine yüzeyindeki çukurcukların boyunun 50 mikron'a ulaştığını belirtmiştir. Asit uygulanmamış mine yüzeyi daha düzgün, özelliği olmayan, donuk bir yüzeye sahiptir. % 50 fosforik asidin 1 dakika süreyle yüzeye uygulanması ile karakteristik prizma uçlu yapı oluşur. Prizma uçların, orta kısımları, kenara kıyasla daha fazla erir, bu yüzden pürüzlendirilmiş yüzeyin bal peteği görünümü vardır. Ancak pürüzlendirme işlemi bir dişten diğerine değişiklik göstermektedir ve aynı dişin farklı bölgelerinde bile değişik pürüzlendirme özellikleri gözlenebilmektedir. Prizmaların kenar kısımları bazen orta kısımlara kıyasla daha fazla oranda pürüzlendirilmiş olabilir. Pürüzlendirme işlemi aynı zamanda mine yüzeyinin ıslanabilirliğini de artırır.

Pürüzlendirmeyi takiben, mine organik matriks veya organik eklenti ile kirlenmemelidir, aksi halde yüzeyin etkinliği azalır⁽²⁹⁾.

Yapılan araştırmalara göre^(34, 35, 39), pürüzlendirilmiş mine yüzeyi,

ağız ortamında hiçbir uygulama yapılmadan bırakılırsa, 2-48 gün içinde remineralize olup doğal görünümüne kavuşabilmektedir.

Yukarıda sözü edilen, minenin asitle pürüzlendirilmesi ve kompozit resinlerin geliştirilerek, mine yüzeyine iyi bağlanabilmesi tekniğinin gelişmesi sonraları, kayıp bir doğal dişin yerine konulması için, komşu dişlerin yüzeyini asitle pürüzlendirmek ve eksik diş yerine, akrilik resin bir dişi yandaki dişlere kompozit resinle yapıştırarak tamamlamak fikrini ortaya çıkarmıştır⁽³⁾. Bu metod dişlerin çekiminden sonra iyileşme devresinde, periodontal hastalıklarda, çocuklarda dişlerin sürmesinden önce immedat bir onarım olarak uygulanmış, bazen çekilen doğal dişin kronu kompozit resinle komşu dişlere tutturulmuştur^(2,4,40).

Ibsen⁽⁴⁾ ve Portnoy⁽⁴¹⁾ (1973) akrilik resin hazır diş veya hastanın kendi dişinin gövde olarak kullanılmasını ve gövdenin, asitle pürüzlendirilen komşu dişlere kompozitle bağlanmasını önermiştir.

Stuart⁽⁴⁾ (1974) çekilen dişin kronunu, kökünden cement-mine birleşim yerinden ayırmış ve doğal dişin kronunu, gövde planlaması prensiplerine göre şekillendirmiştir. Gövde dişe palatinal yüzeyden, mesialde ve distalde, değim alanlarında Sınıf III kaviteler hazırlanmıştır. Gövde olarak kullanılan dişin yan yüzeyinde açılan kavitelerin, gövdenin değim alanları etrafında rotasyon hareketi yapmasına engel olduğu iddia edilmiştir. Pulpa odasındaki artıklar dikkatlice temizlenmiş ve burası kompozit resinle doldurulmuştur. Gövde ve ayak dişlerin mineleri asitle pürüzlendirilmiş, bağlanma sağlandıktan sonra, gövde üzerine gelen tüm karşıt temaslar ortadan kaldırılmıştır. Bu olgu 5 ay süreyle gözlenmiş ve yerinde kaldığı bildirilmiştir.

Scheer ve Silverstone⁽⁴²⁾ (1975) aynı şekilde doğal diş kronunu

kullanarak, komşu dişlerin mine yüzeyini asitle pürüzlendirdikten sonra doğal dişi kompozit resinle bağlamıştır. Bu şekilde işlem gören 14 hastayı ele almış ve 24 aylık izleme sonucunda iyi bir tutuculuk elde etmişlerdir.

Ibsen⁽²⁾ (1973), Stuart⁽⁴⁾ (1974), Barkmeier⁽⁹⁾ (1979) periodontal sorunları nedeni ile çekilen ön dişlerin yerine konulması için hastanın çekilen doğal dişinin kronunu kullanarak, immedat geçici bir sabit bölümlü protez uygulanmasını önermiş, bu tip sabit uygulamaların ön dişlerin çekiminden hemen sonra kolaylıkla yapılabileceğini ve hastanın estetik gereksinimlerini tam tedavi planı ortaya çıkana kadar karşılayabileceğini belirtmişlerdir.

Stolpa⁽⁶⁾ (1975), eksik komşu iki ön dişi, iki üniteli gövde kullanarak kompozit resinle komşu dişlere bağlamıştır. Stolpa kırılmanın doğal dişle gövdenin birleştiği yerde olduğunu ve kompozit resinin hem destek dişlerde, hem de gövdede kalacak şekilde kırıldığını belirtmiştir. Kırılan yüzeyler rehber alınarak onarımı yapılmıştır.

Lambert, Moore ve Elletson⁽⁴³⁾ (1976)'un sabit kompozit köprülerde yaptıkları in vitro dayanıklılık çalışmalarında, bir üst yan keser gövdenin insizale doğru yer değiştirmesini sağlamak için gerekli kuvvetin 18.7 kg/cm^2 olması gerektiğini, gingivale doğru yer değiştirmesini sağlamak içinse 25.2 kg/cm^2 bir kuvvet uygulamak gerektiğini bulmuşlardır.

Kochavi ve arkadaşları⁽⁷⁾, 1977'de yaptıkları in vitro çalışmada, akrilik resin dişlerin gövde olarak kullanılıp yandaki dişlere tutturulabileceğini ve bu tedavinin büyük azıların önündeki dişler için uygulanabileceğini ileri sürmüştür. Araştırmalarında, iki doğal dişin kökleri alçı içine gömülmüş ve kronları arasına bir küçük azı gövde yerleşecek şekilde

yer bırakılmıştır. Akrilik resin gövde, doğal dişlerin minesini pürüzlendirildikten sonra kompozit resinle yapıştırılmıştır. 24 saat sonra her numunenin çekme kuvvetleri ölçülmüş ve gövdenin ayrılması için gerekli kuvvet 71.5 kg olarak bulunmuştur. Kopma genellikle akrilik resin - kompozit resin birleşim yerinde olmuştur.

Howell ve Manly⁽⁴⁴⁾ elektronik bir strain gauge ile ağızdaki kuvvetleri ölçmüşler ve ön dişlere gelen maksimum ısırma kuvvetinin 10.8-33.9 kg arasında olduğunu bulmuşlardır. Hiçbir ön dişe 40 kg dan fazla ısırma kuvveti gelmediğini belirtmişlerdir.

Anderson⁽⁴⁵⁾, çiğneme sırasında üç değişik yiyecekten oluşan kuvveti ölçmüş ve büyük azılara gelen maksimum kuvvetin 14.8 kg'ı geçmediğini söylemiştir. Maksimum ısırma kuvvetinin normal çiğneme sırasında oluşan kuvvetten düşük olduğunu belirtmiştir.

Başka bir çalışmaya göre⁽⁴⁶⁾, maksimum ısırma kuvveti kayıtları 60-70 kg arasındadır. Doğal dişlerin ortalama ısırma kuvveti keserler için 9 kg ve ikinci büyük azılar için 17 kg olarak bulunmuştur. Buna dayanarak, ağızdaki gövdelere gelen kuvvetin genellikle in vitro örneklerin kırılma kuvvetinden daha az olduğu söylenebilir. Ancak in vivo olarak başarısızlıkların sayısının dişlerin minör yatay hareketleri ile artabileceği düşünülmelidir.

Jordan ve arkadaşları⁽⁸⁾, 1978 de yaptıkları üç sene süreli araştırmalarında komşu dişlerde pinler olmadan 86 restorasyonun bir sene süreyle hizmet görebildiğini belirtmiştir. Komşu dişlerde pinler olunca restorasyon gözledikleri 3 sene sonuna kadar ağızda kalmıştır. Bu restorasyonlar komşu dişleri asitle pürüzlendirip, kompozit resinle pürüzlendirilmiş mine yüzeyine bağlanan akrilik gövdelerdir.

Çekilmiş doğal dişlerin ve akrilik resin dişlerin, komşu dişlerin minesine kompozit resinlerle bağlanması ile ilgili olarak daha birçok makale^(10,40) literatürde görülmektedir. Ancak gövde olarak kullanılan akrilik resin dişlerin estetikleri birkaç yıl sonra bozulmuştur. Bir süre sonra kompozit resinin de renk değiştirdiği ve aşındığı ortaya çıkmıştır. Bu olumsuz yönlerine rağmen tutuculuk oldukça iyi bulunmuştur.

Ortodontik braketlerin, pürüzlendirilmiş mineye önceleri akrilik resinle, son zamanlarda kompozit resinle yapıştırılması ortodontide de direkt bağlanma tekniği olarak bilinmektedir^(39,47).

Asitle pürüzlendirilmiş mine dokusu yüzeyine, metal dökümlerin resinle bağlanması, 1973 de Rochette⁽¹⁾ ile başlamıştır. Geliştirdiği döküm altın alaşımından yapılmış periodontal splintin, resine iyi tutunabilmesi için döküm üzerinde delikler oluşturmuştur. Buradan yola çıkarak başka araştırmacılar da, ilk kez bu tip onarımlarda döküm metal iskelet kullanarak estetiği ve devamlılığını koruyacak bir teknik geliştirmişlerdir.

Howe ve Denehy⁽¹¹⁾ (1977) bu teknikle yapılan köprülerde dökümün 1-1.5 mm kalınlıkta olmasını ve kenarların incelenerek sonlanmasını ve döküm iskeletin mümkün olduğu kadar fazla tutucu delikleri olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu deliklerin ortalama 0.5 mm çapında ve dış yüzeye doğru genişleyen bir şekilde olmasını önermişlerdir. Gövde kısmına porcelen pişirilmiş, iskeletin iç yüzeyinin düzensiz bir yapıya sahip olması için kum banyosu yapılmış, dış yüzeyi ise iyi bir şekilde parlatılmıştır. Daha sonra asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyine, kompozit resinle metal iskelet bağlanmıştır, çalışma bir olgu takdimidir.

Aynı köprülerin arka dişlere uygulanması ilk kez Livaditis⁽¹²⁾ (1980) önermiş ve döküm resin bağlı retinerlerin planlanması, yapımı ve

diş bağlanmasını, ve bu gelişmenin onarıcı dişhekimliğindeki avantajlarını belirtmiştir. Arka dişlere uygulanması ile ilgili literatürdeki ilk kaynaktır. Metal döküm, delikli dizaynda yapılmıştır. Ayrıca oklüzal tımaklar ilave edilmiştir.

Yukarıda da belirtildiği gibi delikli metal iskelet fikrinin ortaya çıkması ile bu tip sabit bölümlü protezler daha sık uygulanmaya başlanmıştır^(13,50) ve konuyla ilgili tutuculuğu artırma çalışmaları yapılmıştır^(14,48,49).

Williams, Drennon ve Silverstone⁽¹⁴⁾ (1982) 5 değişik delikli planlama ile yaptıkları metal dökümleri diş kompozit resinle bağlamışlar ve araştırmalarının sonucunda, en düşük ayrılma kuvvetini 40 kg bulmuşlardır. En yüksek ortalamayı ise 100 kg olarak bulmuşlardır. Araştırmalarının sonucunda bütün planlamaların insanların ön dişlerinin ısırma kuvvetleri için yeteri kadar tutucu olduğu kanısına varmışlardır. Kopmalar en çok metal-kompozit resin birleşim yerinde olmuştur.

Bu tip retinerler kayıp ön ve arka dişlerin yerine konmasında^(43,51), periodontal açıdan zayıf olan dişlerin splintlenmesinde^(1,52) ve ortodontik tedaviden sonra uzun süreli sabit pekiştirme sağlamada⁽⁵³⁾ kullanılabilirler.

Delikli iskelet planlaması son senelere kadar retansiyon için en çok tutunmuş metod idi. Ancak delikli planlamanın bazı olumsuz yönleri vardır, kompozit resinin açıkta kalması nedeni ile açıkta kalan kısmın aşınması ve deliklerden giren sıvıların, sızıntıya neden olması sözkonusudur. Tutuculuk için kullanılan kompozit resin, deliklerde karşıt dişlerle karşılaşır aşınabilir ve bir süre sonra mekanik tutuculuk kaybolur. Bunun da ötesinde tutuculuk yalnızca delikler etrafındaki bölgelerde ge-

çerlidir, bütün iskelette geçerli değildir. Bu durum çığneme kuvvetlerinin az sayıdaki dar resin çıkıntılarda yoğunlaşmasına neden olur.

Delikleri ve açıkta kalan resini elimine eden bir tutucu mekanizma, onarımın ömrünü uzatacak ve sürekliliğini artıracaktır. Bu anlamda ilk çalışmayı A.B.D.'de Maryland Üniversitesi'nde Livaditis ve Thompson⁽¹⁵⁾ (1982) yapmış, metal dökümün iç yüzeyini elektrokimyasal olarak pürüzlendirerek bunu yine asitle pürüzlendirilmiş mineye kompozit resinle bağlamışlardır. Çalışmalarında Biobond marka krom-nikel alaşımının elektrokimyasal olarak pürüzlendirme tekniğini ve pürüzlendirilmiş metal yapının kompozit yapıştırıcı ile bağlanma kuvvetini araştırmışlardır. İlk kez uygulandığı kliniğin adına bağlı olarak bu tip köprülere değişik isimlerinin yanısıra "Maryland köprü" de denilmektedir.

Metalin asitle pürüzlendirilmesi kimyasal ve elektrokimyasal olmak üzere iki yöntemle yapılabilmektedir. Metalurjide asitle pürüzlendirme işlemi, alaşımların kristal yapısını mikroskop altında inceleyebilmek amacıyla da kullanılmaktadır⁽⁵⁴⁾.

Bazı araştırmacılar, yukarıda kısaca açıklanan bu ilkenin yalnız çözünürlük özelliğinden yararlanarak sabit metalik restorasyonların iç yüzeyinden ince bir tabaka kaldırmayı düşünmüşler, böylece siman için gerekli boşluğun oluşacağını ve restorasyona eksiksiz bir uyum sağlayacağını savunmuşlardır^(55,56).

Simantasyondan önce kronun iç yüzeyinin pürüzlendirilmesi ilk kez 1928 yılında Hollenback⁽⁵⁷⁾ tarafından önerilmiştir. Kronların oturtulmasında ve kenar uyumunda iç yüzey röliefinin önemli bir yardım olduğuna inanmıştır. Döküm altın restorasyonların iç yüzeyine yapılan röliefin simanın hem yapıştırma sırasındaki direncini azalttığını ve hem de kenarlar-

daki siman kalınlığını azaltarak böylece daha ideal bir oturma ve kenar örtümüne izin verdiğini belirtmiştir.

Fusayama, Ide ve Hosodo⁽⁵⁸⁾ (1964) iç yüzeyinde rölief yapılmadan yapıştırılan altın döküm restorasyonlarda okluzal duvarda siman kalınlığının 90 mikron ve rölief yapılanda ise siman kalınlığının 46 mikron, yani ortalama değerinin yarısı kadar olduğunu bulmuşlardır.

Fame ve Nealey⁽⁵⁹⁾ (1976) yine altın dökümlerde kral suyu ile veya elektrokimyasal pürüzlendirme işlemi sırasında tam kronlarda iyi bir kenar uyumu sağlamak için marginlerin korunması gerektiğini söylemişlerdir. Bu kısımları mum veya tırnak cilası ile kapatmışlardır. Deney sonuçlarına göre, kimyasal veya elektrokimyasal yöntemlerle yapılan pürüzlendirme işlemi, sabit metalik restorasyonların iç yüzeyinde rölief yapabilmektedir. Dolayısıyla simantasyon sırasında oluşan hidrolik basınç azalmakta, restorasyon kenarları mum veya oje ile kaplanarak korunmuş ise bu bölgelerde çok ince bir siman kalınlığı elde edilebilmektedir.

Metallerin pürüzlendirilmesinin diğer bir nedeni de mekanik tutuculuğu artırmaktır.

Dunn ve Reisbick⁽⁶⁰⁾ (1976) implantlarda kullanılacak Vitallium krom-kobalt alaşımının üst yüzeyini ince bir tabaka seramikle kaplamayı düşünmüş, bu amaçla metali elektrokimyasal yöntemle pürüzlendirmiştir.

Tanaka⁽⁶¹⁾ (1979), soy olmayan veneer kronların faset gelecek yüzlerini elektrokimyasal yöntemle % 5 sodyumklorür solusyonunda pürüzlendirerek sıcakta polimerize olan akrili bu yüzeye tutturmuştur. Oluşan retanatif çukurcukların hem tutuculuğunun, hem de marginal uyumunun küresel toz ve boncuklara kıyasla üstün olduğunu bulmuştur.

Daha önce de belirtildiği gibi soy olmayan metallerin elektrolitik olarak pürüzlendirilmesine dayanarak, Ni-Cr döküm alaşımlarının dental resinlerin mikromekanik bağlanması için uygun bir yüzey oluşturabileceği fikri ortaya çıkmıştır. Livaditis ve Thompson⁽¹⁵⁾ (1982) soy olmayan bir alaşımın elektrolitik olarak pürüzlendirilmesini ve bu tekniğin klinik uygulamalarını açıklamıştır.

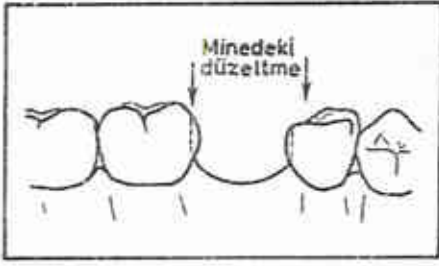
Thompson, Castillo ve Livaditis⁽¹⁸⁾ (1983) berilyum içeren ve içermeyen Cr-Ni alaşımlarının elektrokimyasal pürüzlenme özellikleri üzerinde çalışmışlardır. Pürüzlendirilmiş metallerin resinle bağlantısının, asitle pürüzlendirilmiş mine ile resin arasındaki bağlantıya kıyasla iki katı daha kuvvetli olduğunu bulmuşlardır.

Son senelerde Maryland köprüler birçok araştırmacı tarafından önerilen ve uygulanan bir teknik olmuştur^(16,17,37,61).

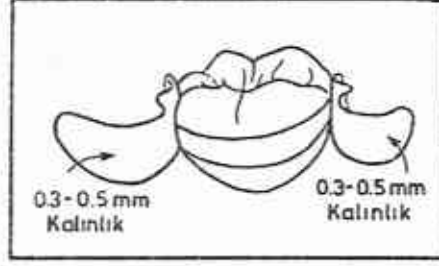
Bu tip köprülerin protetik tedavide kullanılması başlangıçta olduğu gibi günümüzde de özellikle tutuculuk ve devamlılık yönünden hekimlerin çoğunda şüpheli bir uygulama kanısını uyandırmaktadır.

Ancak yapılan klinik çalışmalarla^(62,63) ve in vitro deneylerle varılan ortak kanı, bu köprülerin başarısı veya başarısızlığında, vakanın dikkatlice gözden geçirilmesinin önemi büyüktür.

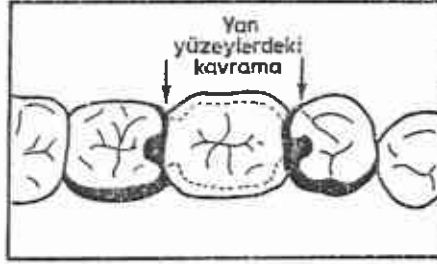
Dişteki düzeltme, mine sınırları içinde rehber düzlem oluşturur şekilde az miktardadır. Arka destek dişlerde minede bir okluzal tımak yuvası açılmalıdır. Dişetine zarar vermek söz konusu değildir, çünkü serbest dişeti kenarında 1-1.5 mm uzakta bitirilir. Doğal diş yapısı korunduğu için işlem tamamen geri dönülebilirdir. Eğer köprü herhangi bir nedenle çıkarılırsa, dişler temelde herhangi bir değişikliğe uğramamışlardır, bu daha sonraki tedaviler için oldukça elverişli bir durumdur (Şekil 1).



(a)



(b)



(c)

Şekil 1 : a) Mine sınırları içinde yapılması gereken düzeltme,
b) Köprünün bitmiş şekli (Lingualden görünümü),
c) Okluzalden görünümü.

Eksik dişleri yerine koymanın yanısıra, periodontal olarak zayıf dişler varsa bunları splintleme işlevi de görür. Resim 1 ve 2'de bu amaçla uyguladığımız bir Maryland köprü görülmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi, bu tip köprülerde mine ile temasta olan metal döküm iskelet yüzeyi elektrokimyasal olarak pürüzlendirilir.

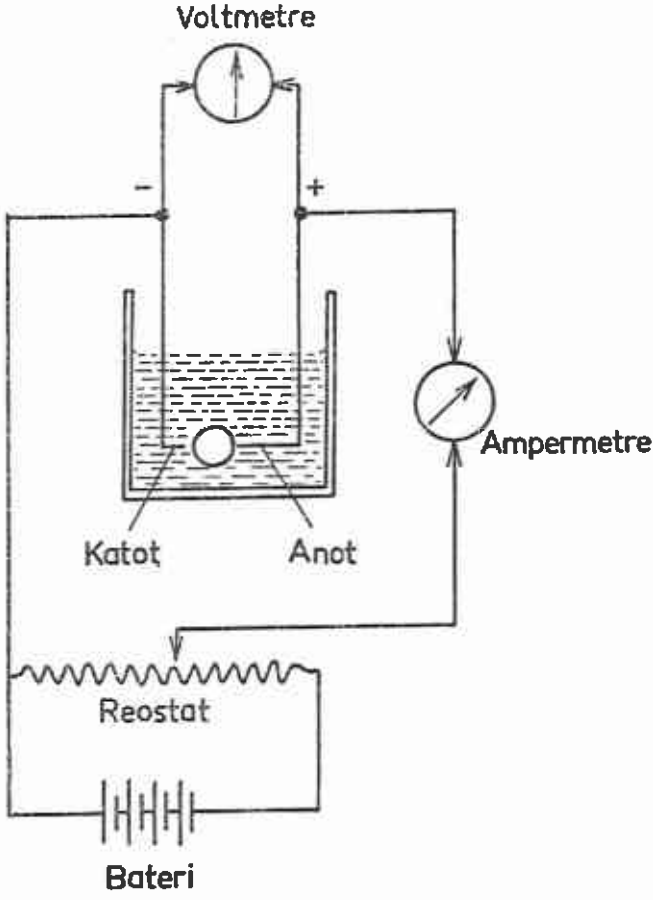
Metallerin elektrokimyasal olarak pürüzlendirilebilmesi için bir düşük voltajlı direkt akım kaynağı gereklidir. Bu alet düşük voltajda akım sağlamak için bir elektrik çıkışına bağlanır. Akım kaynağı Şekil 2'de görüldüğü gibi iki elektrot, voltaj ve amper göstergelerinden oluşur. Kullanılacak voltaj 2.5-3 V arasındadır⁽⁶⁴⁾, akım yoğunluğu veya miliamper (mA) kullanılan metale göre seçilir. Alet çalışırken akım yoğunluğundaki sapmaların 5-10 mA'den fazla olmaması aletin oldukça hassas olması gereklidir.



Resim 1 : Dişeti hastalığı nedeni ile alt orta kesici eksikliği.



Resim 2 : Uygulanan restorasyon hem periodontal splint görevi yapmış hem de eksik dişleri yerine koymuştur.

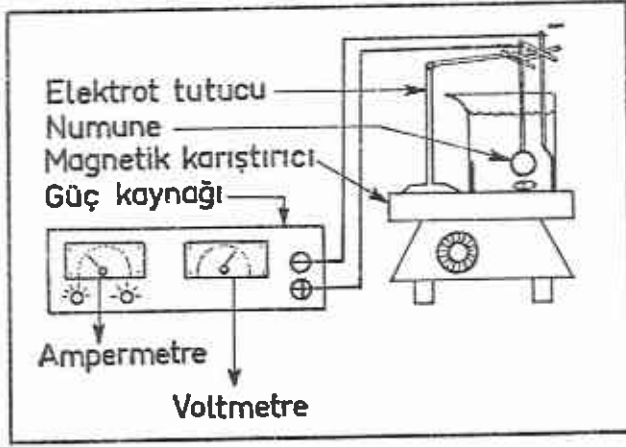


Şekil 2 : Bir direkt akım kaynağının şematik görünümü.

Pürüzlendirilecek metal (+) yüklü elektroda, yani anoda bağlanır. Her iki elektrot da alaşıma özgü asit çözeltisi (elektrolitik solüsyon) içine batırılır. Anot ve katot karşılıklı yerleştirilir.

Suda çözündükleri zaman iyonlar verebilen ve çözeltileri elektrik akımını ileten maddeler elektrolit olarak adlandırılırlar.

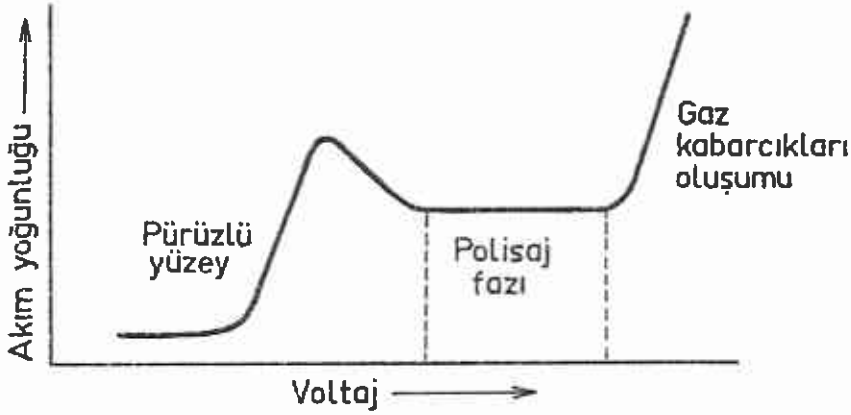
Düşük voltajlı bir doğru akım kaynağı, bir magnetik karıştırıcı ve uygun bir asit çözeltisi ile dolu bir beher içeren pürüzlen dirme aygıtı Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3 : Elektrokimyasal pürüzlendirme aygıtı.

Bu sistemde, eğer akım yoğunluğu giderek artırılırsa bir yerde maksimum bir değere ulaşır, bundan sonra artan potansiyele rağmen sabit bir değere düşer ve sonuçta yine keskin bir şekilde yükselir. Eğrinin düz kısmı düzgün parlak yüzeyin oluşumuna tekabül eder.

Aşağıda açıklama amacıyla bakıra özgü olan akım-voltaj eğrisi verilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4 : Bakıra ait akım voltaj eğrisi.

Metal veya alaşım bir elektrolitik pil içinde anot olarak kullanılıp elektrolize edildiğinde yüzeyi düzgün ve parlak bir görünüm kazanır. Bu davranış tamamen özel durumlarda gerçekleşir. Elektrolitik parlatma

aslında anodik davranış durumudur. Yani ayrı pil devresine uygulanan farklı koşullarda aynı metal aşındırılabilir, parlatılabilir, kısmen pasifleştirilir veya tamamen pasifleştirilir. Yani bir metal aynı elektroliz çözeltisi içinde farklı akım yoğunluklarında hem pürüzlendirilip, hem de parlatılabilir. Her alaşım için kendine özgü bir akım-voltaj eğrisi ve elektrolitik çözelti vardır⁽⁶⁵⁾.

Saf nikel ve yüksek oranda nikel içeren alaşımların elektrolitik olarak pürüzlendirilmesinde, nitrik asit ve asetik asidin bir karışımı kullanılabilir. Çözelti aşağıdakileri içermektedir⁽⁶⁶⁾ :

Nitrik asit	10 cc
Asetik asit	5 cc
Saf su	100 cc

Nikel krom alaşımlarının suda % 10 sülfürik asit^(15,66) ve 0.5 N Nitrik asit^(15,18) içeren çözelti içinde de elektrolitik olarak pürüzlendirilebileceği belirtilmiştir. Değişik konsantrasyonlardaki kromik asit çözeltileri⁽⁶⁶⁾ ve % 5 sodyum klorür çözeltisi⁽⁶¹⁾ de nikel içeren alaşımların pürüzlendirilmesinde önerilmiştir.

Araştırmamızın amacı Maryland köprülerin yapımında kullanılacak soy olmayan bir krom-nikel dental alaşım için uygun elektrokimyasal çözelti ve pürüzlendirme yöntemini bularak, metal ve kompozit resin arasındaki bağlantının gücünü artırmaya yardımcı olmaktır.

G E R E Ç v e Y Ö N T E M

Araştırmamızda kullanılacak numuneler, Niranium marka krom-nikel alaşımından 1 cm^2 yüzey alanına sahip diskler şeklinde, bir yüzeyi düz, diğer yüzeyinde tutucu bir çıkıntı olacak şekilde dökülmüştür. Uç değişik asit çözeltisi kullanılarak metal yüzeyleri elektrokimyasal olarak değişik akım yoğunluğu ve sürede pürüzlendirilmiştir.

Yüzeyleri aynı şartlarda pürüzlendirilen ve ultrasonik olarak temizlenen numuneler, daha sonra yüz yüze kompozit resinle birbirine yapıştırılarak, değişik pürüzlendirme şartlarının etkinliğini saptamak üzere bir Instron test makinası ile çekme kuvvetleri belirlenmiş, sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

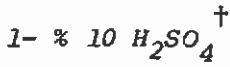
Yukarıda sözü edilen metal için Maryland köprülerde kullanılacak uygun elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği ortaya konulmuştur. Araştırmamızda ayrıca, en iyi sonucu veren pürüzlendirme tekniği ile elde edilen metal yüzeyindeki çukurcukların derinliği ölçülmüştür.

ÖN ÇALIŞMA :

Araştırmamızda kullanılan alaşımın hangi akım limitleri arasında elektrokimyasal olarak pürüzlendirilebileceğini saptamak üzere bir ön çalışma yapıldı ve böylece bir akım-voltaj eğrisi çıkartıldı.

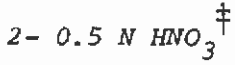
AKIM-VOLTAJ EĞRİSİNİN ÇIKARTILMASI :

Araştırmamızda yüksek oranda nikel içeren alaşımları elektrokimyasal olarak pürüzlendirdiği bilinen değişik çözeltiler denenmiş, bunlardan % 5 sodyum klorür, 5 N nitrik asit, % 10 kromik asit + % 32 hidroklorik asitin, kullandığımız alaşım için elverişli olmadığı yapılan ön çalışmadaki mikroskobik incelemelerle belirlenmiştir. Araştırma kapsamına alınan elektrolitik çözeltiler aşağıda belirtilmiştir.



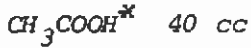
105 mlt H_2SO_4

895 mlt saf su ile karıştırılarak elde edildi.



34.6 mlt HNO_3

965.4 mlt saf su ile karıştırılarak elde edildi.



Saf su 800 cc karıştırılarak elde edildi.

Bu çözeltiyi karıştırırken dikkatli olunmalıdır, asetik asit sulandırılmış nitrik aside yavaş yavaş ve devamlı karıştırarak ilave edilmelidir.

Pürüzlendirme tekniği araştırılan metalden **, 1 cm^2 yüzey alanına sahip 2 mm kalınlıkta kare şeklinde metal parçalar dökülerek elde edildi. Bu metaller yukarıda belirtilen üç değişik elektroliz çözeltisine özgü akım-voltaj eğrisinin çıkartılmasında kullanıldı.

† : Art. 713 95-98 % H_2SO_4 MERCK

‡ : Art. 443 65 % HNO_3 MERCK

* : Art. 56 99-100 % CH_3COOH MERCK

** : Niranium Cr-Ni Alloy

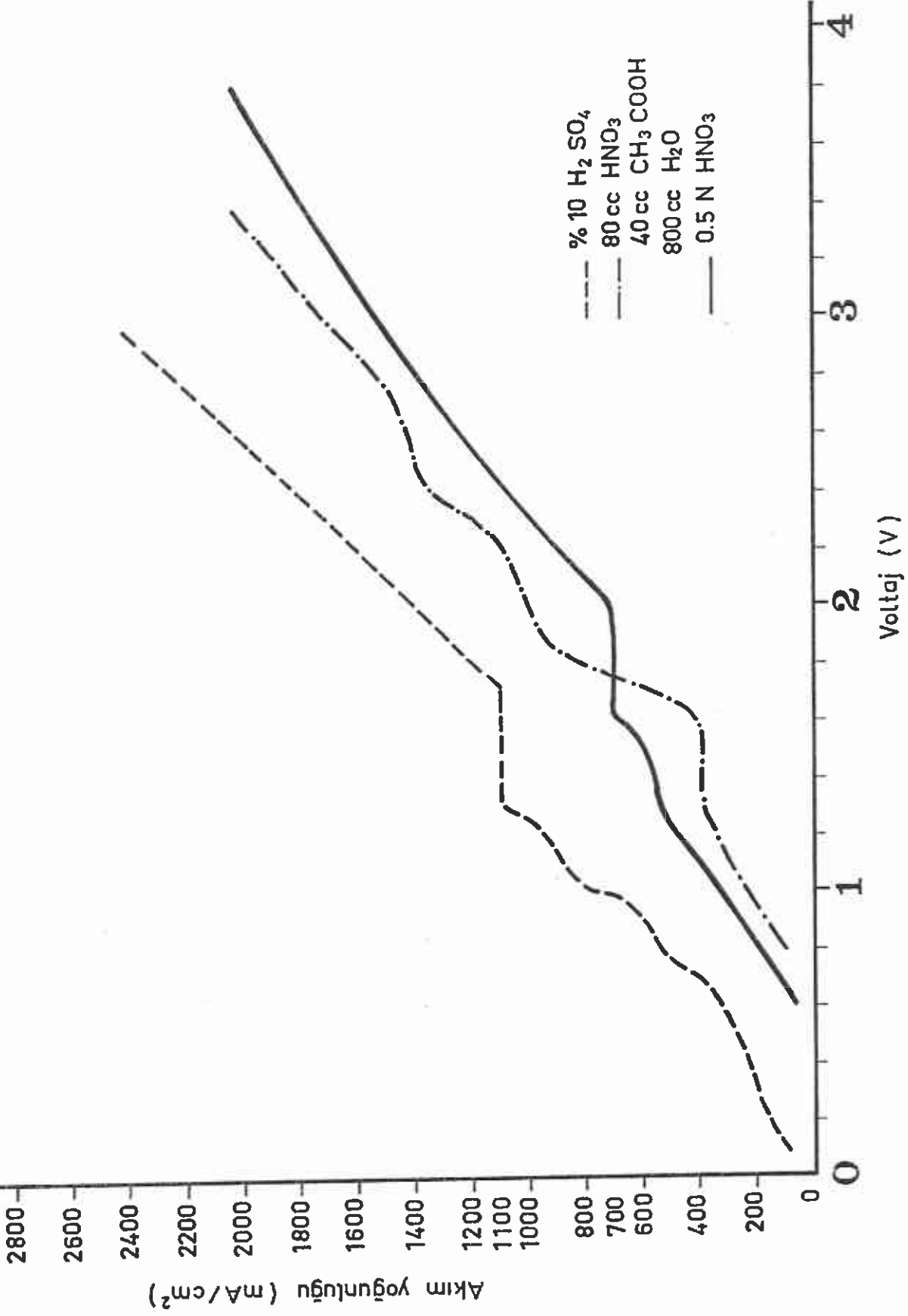
Niranium Corporation 34-37 Eleventh Street, Long Island City, New York 11106 USA.

Akım-voltaj eğrisinin çıkartılmasında bütün metaller için genel prensip aynıdır. Metal numune elektrolitik çözelti içinde anoda bağlanır. Artan bir emf (elektromotive kuvvet) uygulanınca akım maksimuma çıkar, daha sonra artan potansiyele rağmen akım sabit bir değere düşer, ve sonuçta yine keskin bir şekilde yükselir. Eğrinin düz kısmı düzgün parlak yüzeyin (elektropolishing) olduğu kısım, ondan önceki kısım ise pürüzlenmenin (elektroetching'in) olduğu kısımdır.

Araştırmamızda kullanılan üç değişik asit çözeltisi için bu şekilde akım voltaj eğrileri çıkartılmıştır. Bu amaçla, elektrolitik çözelti içinde anoda bağlanan numuneye bir direkt akım veren güç kaynağı ile değişik akım yoğunlukları uygulandığında sistemdeki voltaj değerleri kaydedilmiştir. Bu değerler Tablo I de görülmektedir, bu tabloya göre elde edilen eğriler Çizelge I de verilmiştir.

Tablo I : Araştırmamızda kullanılan 3 değişik asit solüsyonunun akım voltaj değerleri.

% 10 H ₂ SO ₄ -1.5 V			0.5 N HNO ₃ -0.9 V			HNO ₃ -CH ₃ COOH karışımı -0.7 V		
I (mA)	V (v)		I (mA)	V (v)		I (mA)	V (v)	
100	1.6	(0.1)	50	1.5	(0.6)	100	1.5	(0.6)
200	2.0	(0.5)	100	1.6	(0.7)	200	1.6	(0.9)
400	2.25	(0.75)	200	1.7	(0.8)	300	1.8	(1.1)
500	2.25	(0.75)	300	1.9	(1.0)	400	2.0	(1.3)
600	2.4	(0.9)	400	2.0	(1.1)	400	2.1	(1.4)
700	2.5	(1.0)	500	2.1	(1.2)	400	2.2	(1.5)
800	2.5	(1.0)	600	2.4	(1.5)	400	2.3	(1.6)
900	2.6	(1.1)	700	2.5	(1.6)	500	2.4	(1.7)
1000	2.75	(1.25)	700	2.6	(1.7)	600	2.4	(1.7)
1100	2.8	(1.3)	700	2.7	(1.8)	800	2.5	(1.8)
1100	2.9	(1.4)	700	2.8	(1.9)	900	2.5	(1.8)
1100	3.0	(1.5)	700	2.9	(2.0)	1000	2.6	(1.9)
1100	3.1	(1.6)	800	3.0	(2.1)	1100	3.0	(2.3)
1100	3.2	(1.7)	900	3.1	(2.2)	1200	3.0	(2.3)
1200	3.3	(1.8)	1000	3.2	(2.3)	1300	3.0	(2.3)
1300	3.4	(1.9)	1100	3.3	(2.4)	1400	3.25	(2.55)
1400	3.5	(2.0)	1200	3.4	(2.5)	1500	3.5	(2.8)
1500	3.6	(2.1)	1300	3.5	(2.6)	1700	3.6	(2.9)
1600	3.75	(2.25)	1700	4.2	(3.3)	2000	4.0	(3.3)
1800	4.0	(2.5)	2000	4.5	(3.6)			
2000	4.0	(2.5)						
2500	4.5	(3.0)						



Çizelge 1 : Araştırmamızda kullanılan üç asit çözeltisinin akım-voltaj eğrileri.

Her üç çözeltinin de pürüzlenmiş yüzey oluşturan akım limiti, eğrilerde voltajın yükselip buna karşılık akım yoğunluğunun aynı değerde kaldığı düz kısma kadardır. Çizelge I deki grafikten anlaşılacağı gibi % 10 H₂SO₄ için pürüzlenme fazı 0-1100 mA, 0.5 N HNO₃ için 0-700 mA, HNO₃ - CH₃COOH karışımı için 0-400 mA dir. Bu değerlere yaklaştıkça pürüzlenmiş yüzeyin azaldığı ve akım daha fazla artırılınca polisaj fazına geçildiği görülmüştür.

Yapılan çalışmada % 10 H₂SO₄ çözeltisi kullanılırken elektrokimyasal pürüzlenmenin 200 mA de başladığı ve 800 mA - 1100 mA arasında pürüzlenmenin oldukça az olduğu, buna karşılık polisaja doğru bu geçiş olduğu gözlenmiştir. 0.5 N HNO₃ çözeltisi kullanılırken elektrokimyasal pürüzlenme olayı yine 200 mA de başlamıştır, 700 mA'e kadar devam etmiştir. HNO₃ - CH₃COOH karışımından oluşan çözeltide elektrokimyasal pürüzlenmenin 100 mA de başladığı, 400 mA'e kadar devam ettiği gözlenmiştir.

Bu akım limitlerinden yola çıkarak araştırmamızda, numunelere bu değerler arasında akım yoğunluğu uygulanarak pürüzlenme etkinlikleri elde edilmeye karar verilmiştir.

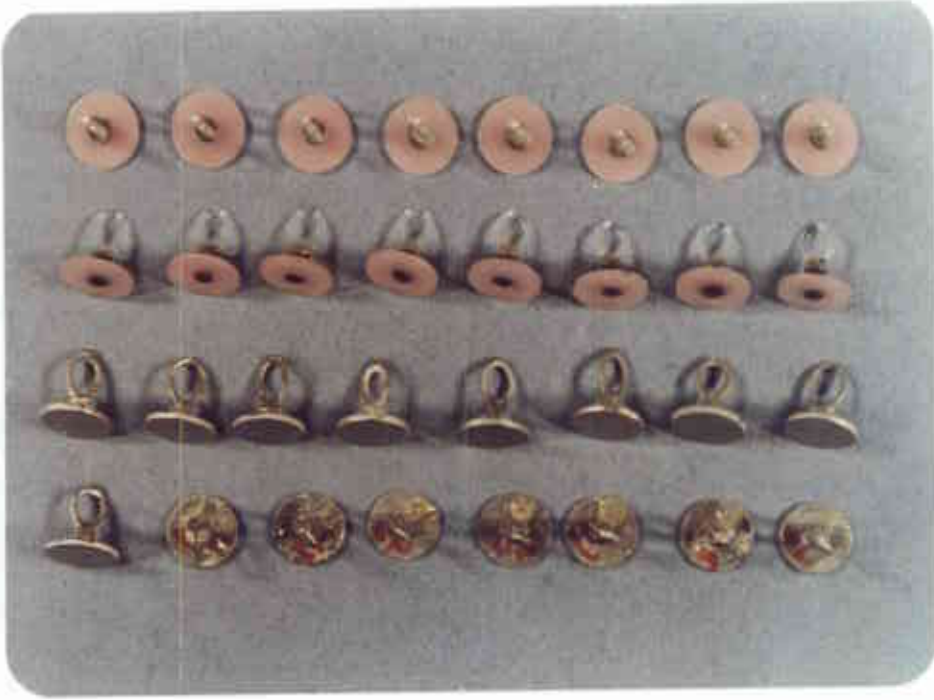
ESAS ÇALIŞMA

a- ARAŞTIRMAMIZDA KULLANILACAK METAL NUMUNELERİN HAZIRLANMASI :

Araştırmamız için, 1 cm² yüzey alanına sahip, 1 mm kalınlığında disk şeklindeki 70 adet metal numune Niranim marka krom-nikel alaşımından elde edildi. Bu numunelerin pürüzlendirilecek yüzeyi düz, karşı yüzeyinde ise çekme deneylerinde kullanılmak üzere tutucu bir çıkıntı bulunmaktaydı. Bu tutucu halkaların, metalin tam ortasından ve dik olarak çıkmasını sağlamak için, bu halkalar 4 mm yüksekliğinde 3 mm çapında silindirik mumların* üzerine yerleştirildi.

* : Round Sprue Wax Cat. 190 Howmedica International Inc. Köln.

Tutucu halkalar ise yuvarlak bir silindire sarılan 1 mm çapında misina telinden standart boyutlarda elde edildi. Metal numunelerin aynı boyutlarda olması için, dökülecek mum figürler 1 cm² lik biyopsi makası ile kesildi. Numuneler bir tabaka kalınlığında pembe mumdun^{*} eşit olarak üretildi (Resim 3).



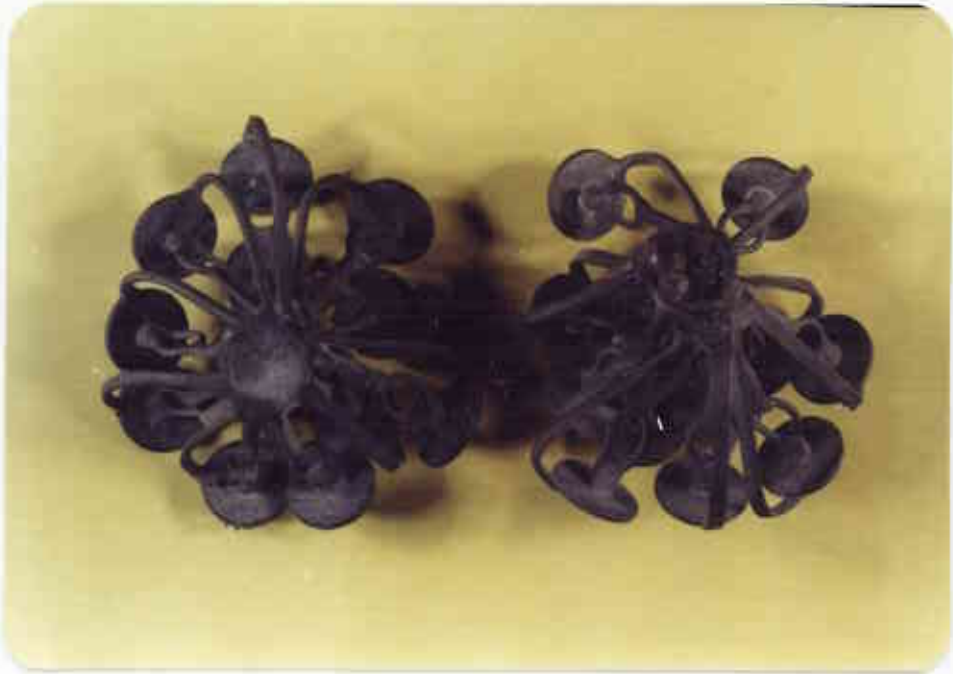
Resim 3 : Metal numunelerin mumdan hazırlanmış ve dökülmüş görünümleri.

Daha sonra bu mum figürlerin 10-15 lik gruplar halinde Niranium marka krom-nikel alaşımı kullanılarak dökümleri yapıldı (Resim 4-5).

* : Modelling Wax Pinnacle Standard Wax De Trey, England.



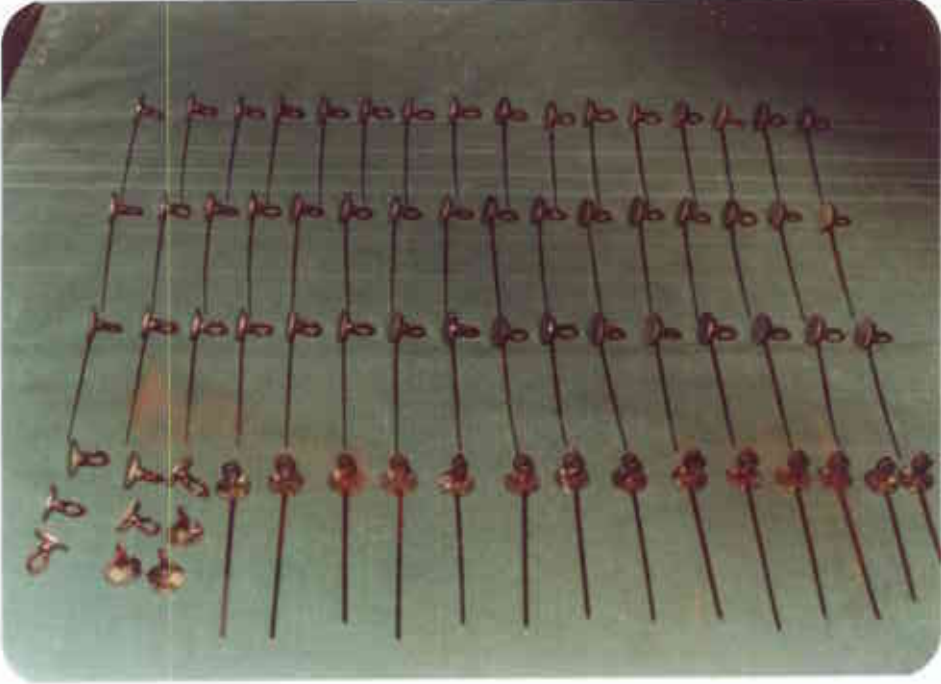
Resim 4 : Dökümden çıkmış numuneler.



Resim 5 : Dökümden çıkmış numuneler yukarıdan görünümü.

Dökümden çıkan numunelerin ısı oluşturmada tıjleri kesilip düzeltildikten sonra, pürüzlendirme işlemi sonucunda oluşan yüzeyin incelenmesini kolaylaştırmak için, düz yüzeyleri en son ince grenli su zımparası^{*} ile parlatıldı.

Numuneler 1 den 70'e kadar numaralandırıldı, paslanmaz çelik 10 cm uzunluğunda 0.6 cm yarım yuvarlak kroşe teli^{**} anot olarak kullanılmak üzere, yapıştırıcı mumla metal numunenin parlatılmamış yüzeyine iyice temas edecek şekilde Resim 6 da görüldüğü gibi yapıştırıldı.



Resim 6 : Elektrodun anoda bağlantı yapan uç kısmı dışında her tarafı ve disklerin de ön yüzü dışında her tarafı tınak cilası ile kapatılmıştır.

* : English Abrasives P 400 A Made in England.

** : Remanium, 0.6 Halb Rund. Dentaurem D-7530 Pforzheim W. Germany.

Metal numunenin pürüzlendirilmeyecek yüzeyi ve anoda bağlanacak paslanmaz çelik kroşe telinin elektrolitik çözelti içine girecek kısımları tırmak cilası ile izole edildi.

b- PÜRÜZLENDİRME İŞLEMİ :

Bu çalışma için Hacettepe Üniversitesi Teknoloji Merkezinde tarafımızdan özel olarak daha önce belirtilen özelliklere sahip bir elektrokimyasal pürüzlendirme cihazı yaptırılmıştır (Resim 7). Bu alet düşük voltajlı (30 V) bir güç kaynağıdır. Anot ve katot olmak üzere iki elektrodu, voltaj ve amper göstergeleri ve bir ince bir de kaba akım ayar düğmeleri bulunmaktadır.



Resim 7 : Pürüzlendirme aygıtı.

- a) Düşük voltaj direkt akım güç kaynağı,
- b) Magnetik karıştırıcı, ve üzerinde uygun bir asit çözeltisi içeren beher,
- c) Dışarıya çıkarılmış durumda, katot olarak kullanılacak paslanmaz çelik levha.

Elektrolitik çözelti cam bir beher içine yerleştirilmiştir. Beherin iç yüzeyi paslanmaz çelik bir levha ile çevrilidir. Aletten çıkan - uca (katoda) bu paslanmaz çelik levha, + uca (anoda) ise, ucunda kroşe teli bulunan pürüzlendirilecek numune bağlandı. Pürüzlendirme sırasında metalin üstünde oluşacak hidrojen gaz kabarcıklarını dağıtmak için, tüm sistem bir magnetik karıştırıcı üzerine yerleştirildi (Resim 7).

Numunelerin pürüzlendirilecek yüzeyleri, pürüzlendirme işleminden hemen önce % 95 etil alkol ile temizlendi.

Anot ve katot 1-1.5 cm uzaklıkta yerleştirilerek, istenilen akım, akım ayar düğmesi döndürülerek sağlandı (Resim 8).



Resim 8 : Numuneler 0.6 cm yarımlık paslanmaz çelik kroşe teline yapışkan mumla tutturulmuş ve düz yüzeyleri paslanmaz çelik katoda bakacak şekilde, anot ve katot ortalama 1-1.5 cm uzaklıkta yerleştirilerek sistem çalıştırılmıştır.

% 10 H_2SO_4 , 0.5 N HNO_3 , $CH_3COOH - HNO_3$ karışımından oluşan üç değişik asit çözeltisi içinde metal numuneler ayrı ayrı, 100 mA'den başlanarak ve her defasında akım yoğunluğu 100 mA yükseltilecek şekilde pürüzlendirildi. Pürüzlendirilen numuneler x10 - x100 büyütme ler arasında ışık mikroskobu ile incelendi. Deneyimizde ayrıca yüzey pürüzlendirmesi için gerekli minimum sürede saptanmıştır. Bu süre ışık mikroskobu ile yapılan incelemeler sonucu 5 dakika olarak belirlenmiştir ve numunelere 5 dakika süre ile akım verilmiştir.

Pürüzlendirmenin yeterli görüldüğü her akım yoğunluğunda 20 tane numune pürüzlendirilmiştir. 100 mA aralıyla üç ayrı çözelti için, 14 akım yoğunluğu etkili bulunmuş ve hazırlanan 70 numunenin her biri yeniden zımparalanarak 4 kez kullanılarak toplam 280 numunenin yüzeyi pürüzlendirilmiştir.

C- PÜRÜZLENDİRİLEN METAL YÜZEYLERİNİN ULTRASONİK KARIŞTIRICIDA TEMİZLENMESİ :

Pürüzlendirilen numunelere daha önce yapıştırıcı mum ile sabitleştirilen kroşe teli çıkarılarak, clay üzerine pürüzlendirilmiş yüzeyleri yukarı bakacak şekilde yerleştirildi. Bu numuneler daha sonra % 18 HCl çözeltisi içeren cam bir beher içine yerleştirildi ve her bir numune 10 dakika süre ile ultrasonik temizleyicide* korozyon ürünlerinden⁽⁶¹⁾ ve pürüzlendirme sırasında oluşan metal zardan arındırıldı⁽¹⁵⁾.

* : Braunsonic 1510 B.Braun Melsungen AG.



Resim 9 : Ultrasonic karıştırıcı (temizleyici).

% 18 HCl çözeltisinde, ultrasonik karıştırıcı ile 10 dakika süre ile temizlenen numuneler daha sonra soğuk musluk suyunda yıkandı ve kuruma-ya bırakıldı (Resim 10, 11).



Resim 10 : Metal numunelerin pürüzlendirmeden sonraki görünüşleri.



RESİM 11 : Resim 10'daki numunelerin ultrasonik karıştırıcıda temizlenmiş hali.

Pürüzlendirilmiş metal yüzeyi oldukça hassastır bu yüzden, yüzeye dokunmamak gerekir, aksi halde yüzeydeki çıkıntılarda kırılma olur.

d- KOMPOZİT RESİNLE YAPIŞTIRMA İŞLEMİ :

Aynı asit solusyonu ile ve eşit değerdeki akımda aynı süre pürüzlendirilen bir çift numune kompozit resinle^{*} birbirine yapıştırıldı.

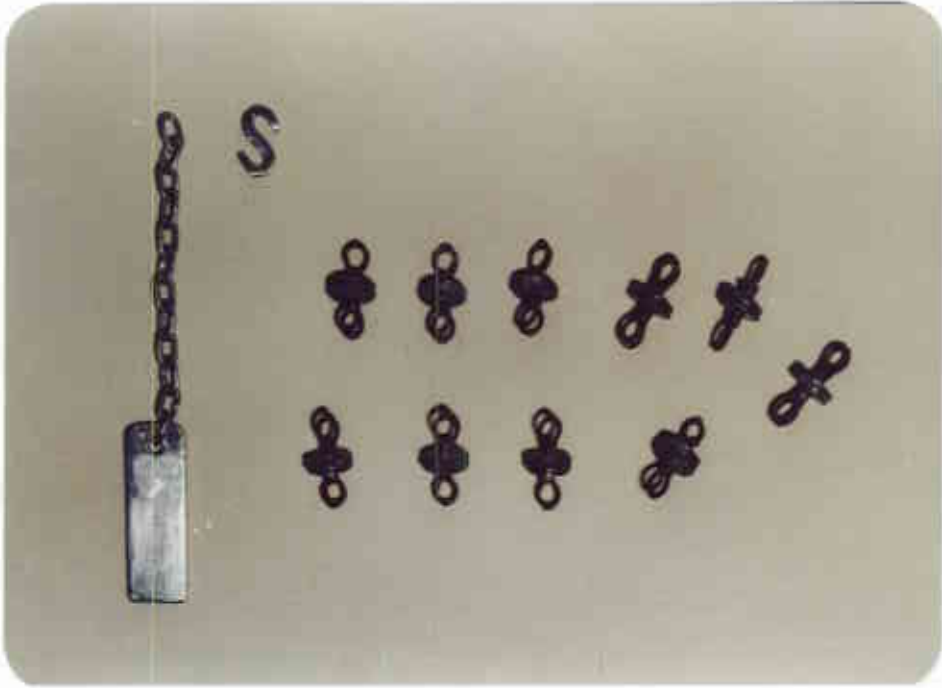
Ultrasonik karıştırıcıdaki temizleme işleminden sonra yıkanan ve kurutulan metalin pürüzlendirilmiş yüzeyine doymamış resin "bonding" ajanı fırça ile sürüldü. Yüzeyin ıslanabilirliğinin artması nedeni ile pürüzlendirilmiş yüzeyde hemen yayılma olmaktadır. Kompozit resin^{*} üreticinin önerdiği şekilde karıştırıldı ve numunelerin ortasına bir miktar konularak iki metal karşılıklı getirildi ve sabit bir şekilde tutularak 5 dakika süre ile yapışması beklendi. Metalin kenarları daha önceki işlemler sırasında tırmak cilası ile kapatıldığı için taşan kısımlar sertleştikten sonra kolayca temizlenebildi.

Daha sonra yapıştırılan numuneler, ağız ortamını bir miktar taklit edebilmek için saf su içinde 7 gün bekletildi.

e- ÇEKME KUVVETİ DENEYLERİ :

Bir çift numune pürüzlendirilmiş yüzeyleri birbirine bakacak şekilde kompozit resinle yapıştırıldıktan ve 7 gün saf su içinde bekletildikten sonra çekme kuvvetleri ölçüldü.

* : Adaptic, Johnson and Johnson, Dental Products Div., New Brunswick, N.J.



Resim 12 : Kompozit resinle birbirine yapıştırılmış bir grup numune.

Yapıştırma işleminden sonra, T.S.E. Instron test makinasında^x çekme hızı 1 mm/dak ayarlanarak, her bir pürüzlendirme şartına ait numunelerden 10'ar tane çekilerek değerler kaydedildi. Toplam 140 çekim yapıldı (Resim 13, 14).

% 10 H_2SO_4 , 0.5 N HNO_3 , $CH_3COOH - HNO_3$ 'den oluşan üç değişik asit çözeltisi ile elde edilen pürüzlendirilmiş yüzeylerin tutucu kuvvetleri arasındaki farkın önemli olup olmadığı, t-testi uygulanarak saptanmıştır.

x : Instron tensile testing instruments Type TT-B Instron Engineering Corporation Canton Massachusetts, U.S.A.
(1 gramla 5 ton arasında çekme ve basma yapar).



Resim 13 : Instron çekme cihazı.

Resim 14 : Çekme kuvvetinin ölçülmesi.

f- PÜRÜZLENDİRİLMİŞ YÜZEYDEKİ ÇUKURCUKLARIN DERİNLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ :

Çekme kuvvetlerinin belirlenmesinden sonra diğerlerine göre en iyi sonuç elde edilen pürüzlendirme tekniği bulunmuştur. 1 cm^2 yüzey alanına sahip kare şeklindeki 5 metal numunenin birer yüzü bu teknikle pürüzlendirildi. Daha sonra pürüzlendirilmiş bu yüzey, aynı direkt akım kaynağında numune katoda bağlanarak ve anoda da bakır bağlanarak, yüzey elektrokimyasal olarak bakırla kaplandı. Bu "elektroplating" işleminde kullanılan çözelti aşağıdaki gibidir :

20 cc H_2SO_4

100 cc saf su, aldığı kadar bakır sülfat.

Pürüzlendirilmiş metal yüzeyini bakırla kaplamaktaki amacımız, metal numuneyi dik olarak yerleştirip pürüzlü yüzeyi mikroskopta görebilmek içindir.

Pürüzlendirilmiş ve bakırla kaplanmış yüzey ince kenarı üzerine zemine dik olacak şekilde soğuk akril içine gömüldü ve metalin incelenecek kenarı akrille birlikte zımparalandı ve daha sonra da ince aşındırıcı tozlarla kusursuz biçimde parlatıldı. Bu yüzeyler daha sonra mikroskopta^x incelendi ve fotoğrafları çekildi. Fotoğraflardan yapılan ölçümle pürüzlendirilmiş yüzeyde oluşan çukurcukların ortalama derinlikleri belirlendi (Resim 17).

x : Carl Zeiss (290)
D-7082 Oberkochen, W. Germany.

B U L G U L A R

Akım-voltaj eğrisine göre her çözelti için pürüzlenme fazına işabet eden akım yoğunluklarında pürüzlendirilmiş ve birbirlerine kompozit resinle yapıştırılmış numunelere, Instron test makinasında uygulanan çekme deneylerinin sonuçları kilogram olarak Tablo II, III ve IV de verilmiştir.

Tablo II : % 10 H₂SO₄ çözeltisi kullanılarak pürüzlendirilen metal numunelerin kompozit resinle bağlanma kuvvetleri (kg).

AKIM YOĞUNLUĞU mA/cm ²	NUMUNELERİN ÇEKİM KUVVETLERİ (kg)										ORT. ÇEKİM KUVVETİ (kg)
200	22.8	22.2	13.2	19.5	16.5	22.5	15.5	22.0	16.0	21.6	19.18
300	41.6	45.2	27.2	40.0	42.5	35.0	44.2	43.5	20.0	40.0	37.92
400	26.0	30.7	22.0	22.8	33.6	40.3	24.0	32.0	26.7	29.4	28.75
500	22.4	27.5	19.4	35.2	29.2	20.9	25.2	25.6	23.2	24.5	25.31
600	18.5	20.0	18.3	22.7	20.0	19.8	24.0	23.5	20.8	19.5	20.71
700	15.5	19.7	18.3	18.8	16.6	17.6	20.0	24.0	18.0	17.6	18.61

Tablo III : 0.5 N HNO₃ çözeltisi kullanılarak pürüzlendirilen metal numunelerin kompozit resinle bağlanma kuvvetleri (kg).

AKIM YOĞUNLUĞU mA/cm ²	NUMUNELERİN ÇEKİM KUVVETLERİ (kg)											ORT. ÇEKİM KUVVETİ (kg)
200	22.6	34.0	30.5	31.4	32.0	35.0	24.0	33.0	36.0	43.0		32.15
300	36.0	54.4	48.8	50.2	51.0	42.0	45.4	52.8	57.6	68.8		56.98
400	67.4	80.8	69.0	47.4	59.0	54.6	63.2	85.3	71.5	59.6		70.28
500	56.0	58.4	67.0	45.5	59.0	54.0	58.5	48.8	64.8	56.0		62.20
600	48.0	42.4	45.5	52.8	41.5	59.0	42.5	42.5	35.6	32.0		44.18

TABLO IV : CH₃COOH - HNO₃ karışımından oluşan çözelti kullanılarak pürüzlendirilen metal numunelerin kompozit resinle bağlanma kuvvetleri (kg).

AKIM YOĞUNLUĞU mA/cm ²	NUMUNELERİN ÇEKİM KUVVETLERİ (kg)											ORT. ÇEKİM KUVVETİ (kg)
100	21.3	13.2	14.5	20.0	15.5	21.5	15.0	17.1	24.0	19.2		18.13
200	25.2	19.3	14.3	20.0	19.1	19.9	18.2	17.1	17.5	23.1		19.37
300	17.2	17.2	15.2	20.3	13.7	22.5	14.3	12.1	24.5	19.1		17.61

Üç asit çözeltisine ait en yüksek değerlerin ortalamaları ve standart hataları :

	<u>Ortalama</u>	<u>St. Hata</u>
A) % 10 H ₂ SO ₄	37.920	2.61
B) 0.5 N HNO ₃	70.280	3.84
C) CH ₃ COOH-HNO ₃ karışımı	19.370	0.97

Çekim kuvvetleri belirlenmiş ve her grubun çekme kuvveti deneyleri sonucu elde edilen en yüksek değerleri arasındaki farkın önemli olup olmadığı t-testine göre şöyle bulunmuştur :

- 1-) % 10 H_2SO_4 ve 0.5 N HNO_3 çözeltilerinin en yüksek değerleri arasındaki fark önemli ($p < 0.01$),
- 2-) % 10 H_2SO_4 ve $CH_3COOH - HNO_3$ karışımından oluşan çözeltilerin en yüksek değerleri arasındaki fark önemli ($p < 0.01$),
- 3-) 0.5 N HNO_3 ve $CH_3COOH - HNO_3$ karışımından oluşan çözeltilerin en yüksek değerleri arasındaki fark önemli ($p < 0.01$),
- 4-) Bunların dışında her üç çözeltinin en yüksek değerleri arasındaki fark önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Pürüzlünen metalin yüzeyinde siyahlaşma olmaktadır.

Pürüzlendirme işlemi 2-15 dakika devam etmektedir. Bu sürenin artması ile çukurcuk derinliğinde artma olmadığı ışık mikroskobu ile gözlenmiştir. İşlemin minimum sürede yapılabilmesi için 5 dakika sürenin yeterli olduğu bulunmuştur.

Anot, katot arası mesafe 1-1.5 cm olması uygundur, uzaklaştıkça reaksiyon hızında düşme görülmüştür.

400 mA/cm^2 akım yoğunluğu uygulanarak, 0.5 N HNO_3 çözeltisi ile elektrokimyasal olarak pürüzlendirilen metal yüzeylerinin dik konumda metal mikroskobu ile çekilen fotoğrafları Resim 15 ve Resim 16 da görülmektedir. Pürüzlendirilmemiş ve pürüzlendirilmiş metal yüzeyi arasındaki fark belirgindir.

Fotoğraftan yapılan ölçümlerle bu derinliğin 120-130 mikron arasında olduğu bulunmuştur (Resim 17).



Resim 17 : Çekme kuvveti deneyleri sonucu en iyi bağlanma sağlanan pürüzlendirme tekniği ile elde edilen çukurcukların derinliği (x100).

T A R T I Ş M A

Maryland köprülerde metal yüzeyinin istenilen şekilde pürüzlendirilmesi ve bu tutucu girintilere kompozit resinlerin bağlanması, onarımın asitle pürüzlendirilmiş diş yüzeyine tutunabilme etkinliğini ve dolayısıyla başarısını, büyük oranda etkiler.

Bu tip köprülerin dişe bağlanma mekanizması üç önemli komponentten oluşmaktadır.

- 1- Mine ile kompozit resinin bağlanması,
- 2- Kompozit resinin kendi içindeki bağlanma,
- 3- Kompozit resin ile metal arasındaki bağlanma.

Bağlanmanın ilk iki komponenti, daha önce kompozit resinlerle yapılan araştırmalarda büyük oranda araştırma konusu olduğundan, bu çalışmanın amacı bağlanmanın üçüncü komponentini etkileyen elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği üzerinde durmaktır. Bu amaçla bir krom-nikel alaşımına özgü elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği geliştirilmiştir.

Diş hekimliğinde kullanılan krom-nikel alaşımlarının elektrokimyasal olarak pürüzlendirilmesi ile ilgili ilk çalışma Tanaka⁽⁶¹⁾ tarafından yapılmıştır. Tanaka tarafından önerilen ve özel bir krom-nikel-bakır alaşımından dökülen veneer kronların faset yüzeyinde tutuculuk sağlamak amacıyla % 5 NaCl çözeltisi, 375 mA/cm^2 akım verilerek elektrokimyasal olarak pürüzlendirilmiştir. % 5 NaCl çözeltisi yaptığımız ön çalışmada, bizim

kullandığımız metalin yüzeyinden fazla miktarda madde aldığıнын saptanması üzerine onarımın dişe uyumunu bozacağından araştırmamız için uygun görülmemiştir.

Bu tip köprülerde kullanılabilecek soy olmayan alaşımların elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği ile ilgili literatürde az bilgi vardır. Şimdiye kadar aynı araştırmacılar tarafından, iki değişik krom-nikel alaşımının elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği açıklanmıştır ^(15,18).

Livaditis ve Thompson ⁽¹⁵⁾, Biobond marka krom-nikel alaşımının bu tip köprülerde kullanılması ve bu alaşıma özgü elektrokimyasal pürüzlendirme tekniğini ortaya koymuşlardır. Bu amaçla 1 cm^2 yüzey alanına sahip diskler dökmuşler ve isimlerini vermedikleri birçok ajanın, değişik konsantrasyonlarda elektrolitik çözelti olarak denendiğini ve kullandıkları alaşım için en uygun çözeltinin 0.5 N nitrik asit, akım yoğunluğunun ise 250 mA/cm^2 olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmacıların bulguları sonucumuzu destekler şekildedir, araştırmamızda Niranium marka krom-nikel alaşımı için de en uygun elektrolitik çözeltinin 0.5 N nitrik asit olduğu bulunmuştur, kullanılması gereken akım yoğunluğu ise 400 mA/cm^2 dir.

Thompson, Del Castillo ve Livaditis ⁽¹⁸⁾, araştırmalarında iki değişik krom-nikel alaşımının pürüzlendirme tekniklerini karşılaştırmışlardır. Bu amaçla 0.5 N nitrik asit, 5 N nitrik asit, % 5 kromik asit, % 5 kromik asit + % 5 asetik asit ve % 10 sülfürik asit gibi değişik çözeltiler kullanmışlardır. Pürüzlendirmeyi düşündükleri metal alaşımları krom-nikel olup biri berilyum (% 1.8) içermekte, diğerinde ise berilyum bulunmamaktaydı. Berilyum içeren metalin % 10 sülfürik asit, içermeyenin ise 0.5 N nitrik asit ile elektrokimyasal olarak pürüzlendirilebileceğini açıklamışlardır. Bu konudaki çalışma bizim araştırmamızı destekler biçimdedir, kullandığımız metalin berilyum içermediği analizi ile ortaya çıkmıştır.

Araştırmamızda dökümler üreticinin önerdiği şartlarda, elden geldiğince standartlaştırılarak, aynı laboratuvar teknisyeni tarafından yapılmıştır. Dökümden çıkan metallerin tijleri kesilirken ve tesfiye-polisaj işlemi sırasında ısı oluşturmadan metal soğutularak çalışılmıştır. Her pürüzlendirme şartının etkinliğini araştırmak üzere bir çift numunenin birbirine kompozit resinle bağlanmasından sonra tutucu kuvvetin ölçülmesinde, metalin deformasyonuna neden olmamak, vibrasyon ve çarpma hızını minimuma indirmek için Instron test makinası, çekme hızı 1 mm /dak.'ya ayarlanarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Thompson ve arkadaşları⁽¹⁸⁾ da, araştırmalarında pürüzlendirilmiş metal yüzeyinin, kompozit resinle bağlanma kuvvetini belirlemek için yaptıkları çekme deneylerinde aynı hızı kullanmışlardır.

Çekme kuvveti deneyleri sonucunda, ayrılmaların tamamı, kompozit-resin-metal yüzeyi arasında olmuştur. Kompozit resinin tamamı bir metal yüzeyinde kalabildiği gibi, bazı numunelerde her iki yüzeyde de kalmıştır.

Thompson ve Livaditis^(15,18) de araştırmalarında ayrılmanın öncelikle kompozit resin-metal yüzeyi arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, bulgularımızı destekleyici yöndedir.

Araştırmamız, Thompson⁽¹⁵⁾ ve Livaditis⁽¹⁸⁾'in birlikte yaptığı birbirinin devamı olan iki araştırmaya konu ve yöntem açısından yakındır. Her iki araştırmada da birer krom-nikel alaşımı için elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. 1 cm² yüzey alanına sahip metal diskler, elektrokimyasal olarak pürüzlendirildikten sonra pürüzlü yüzeyin kompozit resinle bağlanma kuvvetini saptamak üzere, yüzeye teflon bir matriksle kompozit resin bir çubuk bağlamışlardır. Pürüzlendirilmiş metal yüzey ile, kompozit resin çubuk arasındaki bağlanma kuvveti ölçülmüş ve ortalama 270 kg/cm² olarak bulunmuştur. Bu yöntem kompozit resinle,

pürüzlü metal yüzeyi arasındaki bağlanmayı ölçmek için oldukça sağlıklı bir yöntemdir. Araştırmamızda ekonomik koşulların ağırlığı nedeniyle bu tip bir bağlanma yapılmamıştır.

Bizim araştırmamızda aynı şartlarda pürüzlendirilmiş iki metal yüzeyi birbirine kompozit resinle yapıştırılmış ve çekme kuvveti deneyleri sonucunda en iyi sonuç 70 kg/cm^2 bulunmuştur. Daha önce de vurguladığımız gibi araştırmamızın amacı özel bir krom-nikel alaşımının elektrokimyasal pürüzlenme tekniğini ortaya çıkarmaktı. Yapılan çekme kuvveti deneylerinin amacı en etkili pürüzlenmiş yüzeyi ortaya çıkarmak içindir. Deneyler sırasında iki metal kompozitle bağlanarak çekme kuvvetleri ölçülmüştür, dolayısıyla arada kalan kompozit resin kalınlığı oldukça incedir. Ancak Maryland köprülerin dişlere yapıştırılması ile arada sadece ince bir kompozit resin kalınlığı kaldığı düşünülürse araştırmamızda kullanılan bu yöntemin ağız şartlarına daha uygun olduğu anlaşılabilir.

Bağlama işleminde kullanılan kompozit resinlerde farklıdır, yukarıda sözü edilen her iki araştırmada da, bu tip pürüzlendirilmiş metal yüzeyine, Maryland köprülerin yapıştırılması için bir firma tarafından özel olarak üretilen kompozit yapıştırıcı resin (Comspan-L.D. Caulk Company) kullanılmıştır. Üretici firmanın iddiasına göre bu maddenin özelliği daha küçük granül büyüklüğüne sahip olması, böylece çukurcuklara daha iyi girebilmesidir. Klinik uygulamalarda bu tip kompozit yapıştırıcıların kullanılması hekime de kolaylık sağlayacak özelliklere sahiptir.

Livaditis ve Thompson^(15,18) yaptıkları araştırmalarda uygun elektrokimyasal pürüzlendirme tekniğini ortaya çıkarmak için değişik akım yoğunluklarında elde edilen pürüzlü yüzeyleri gözle ve ışık mikroskobu ile incelemişler, en fazla pürüzlü yüzeye sahip gördükleri, sayısını belirtmedikleri numunelere kompozit resin bir çubuk bağlayarak çekme kuvvetlerini ölçmüşlerdir.

Bizim araştırmamızda ise her bir elektrokimyasal çözeltili için pürüzlenme fazı belirlendikten sonra, bu fazdaki her akım yoğunluğunda pürüzlendirme yapılmış ve iyi, kötü pürüzlendirilmiş tüm yüzeylerin mekanik tutuculuğuna araştırılmış ve birbiriyle kıyaslanabilecek bulgular elde edilmiştir. Sonuçlar arasındaki farkın önemliliğini t-testi uygulanarak belirlenmiştir.

Kullandığımız üç değişik elektrolitik çözeltili için şunları söyleyebiliriz :

% 10 H_2SO_4 çözeltilisinin pürüzlendirme fazının 1100 mA'e kadardır, bundan sonra akım-voltaj eğrisinin düz olarak devam eden kısmında polisaj oluşmaktadır. Deneyler sırasında % 10 H_2SO_4 ile yapılan pürüzlendirmede 800 mA'e kadar pürüzlenme olduğu gözlenmiş, 900 ve 1000 mA akım yoğunluklarında metal yüzeyinde polisaj şeklinde değişiklikler olduğu gözlenmiş 900 mA ve 1000 mA akım yoğunlukları çekme kuvveti deneyleri dışında bırakılmıştır. Benzer şekilde 0.5 N HNO_3 çözeltilisi için pürüzlendirme fazı 700 mA, $HNO_3 - CH_3COOH$ çözeltilisi için ise 400 mA'e kadar olduğu anlaşılmıştır.

Bu bulgulardan dolayı 100 mA den başlayarak yukarıda belirtilen akım yoğunluklarına kadar her defasında 100 mA akım yoğunluğu artırılarak, metallerin yüzeyi elektrokimyasal olarak pürüzlendirilmiştir. Bu değerlere yaklaşıkça pürüzlenmiş yüzeyin azaldığı ve bu akım limitlerini aşınca polisaj fazına geçildiğini görülmüştür.

Livaditis ve Thompson^(15,18) yaptıkları araştırmalarda, kullandıkları metal ve çözeltiler için, pürüzlenme fazının olduğu akım yoğunluğunu, herhangi bir şekilde belirlememişlerdir, kaç değişik akım yoğunluğunu incelemiş olduklarından da söz etmemişlerdir. Tanaka⁽⁶¹⁾ veneer kronla-

rın faset yüzeyinde tutuculuk sağlamak amacı ile geliştirdiği elektrokimyasal pürüzlendirme tekniğinde, bizim de belirlediğimiz gibi kullandığı alaşım ve çözeltiye özgü akım-voltaj eğrisini bulmuştur.

Pürüzlendirme aygıtında, sisteme akım verilmeye başlanınca pürüzlenme başlar. Ancak birkaç saniye sonra, metal üzerinde artıklar toplanınca pürüzlenme işlemi yavaşlar, bu tabaka pürüzlenme işlemi engeller, magnetik karıştırıcı bu artıkların ortamdaki uzaklaştırılmasını sağlamada yardımcıdır. Eğer metal istenilen şekilde pürüzlenmişse, yüzeyde koyu bir film tabakası oluşacaktır.

Pürüzlenmiş yüzey oldukça hassastır, hiç bir şeyle temas etmemelidir, aksi takdirde yüzeydeki çıkıntılarda kırılma olur. Pürüzlendirme olayının yüzeyin ıslanabilirliğini artırdığını daha önce belirtmiştik, yüzeyde pürüzlenme olup olmadığı pratik olarak bir damla suyu metalin üzerine bırakarak izlenebilir. Pürüzlü yüzeyde su damlası duracak ve bütün yüzeye yayılacaktır, pürüzlenmemiş yüzeyde ise su damlası durmayacaktır.

Araştırmamızda, elektrokimyasal pürüzlendirme işleminde, akım verilmeye başlanmasından 2 dakika sonra yüzeyin pürüzlendiği gözlenmiştir ve bu işlem 15 dakika devam etmiştir. Işık mikroskobu ile yapılan incelemelerde çukurlaşmanın ilk evresinde siğ, hafif yuvarlak çukurcuklar hakimdir, zaman arttıkça çukurcuklar derinleşerek komşu kenarlar birbirleriyle birleşmiştir. Yapılan gözlemlerle ortalama 5 dakika sonra iyi bir yüzey elde edilebileceği görülmüştür. Sürenin artması ile çukurcuk derinliği daha fazla artmamaktadır, bu şöyle açıklanabilir. Çukurcukların oluşumu ile metal dökümün yüzey alanı genişler, bu durumda yüzeyde birim alana gelen akım yoğunluğunda bir düşme söz konusudur.

(15,18)
Livaditis ve Thompson araştırmalarında metal yüzeyinde elektro-

kimyasal pürüzlendirme sonucu oluşan çukurcukların derinliğini herhangi bir yöntemle ölçmemişlerdir.

Tanaka⁽⁶¹⁾ kullandığı krom-nikel alaşımını % 5 NaCl ile elektrokimyasal olarak pürüzlendirmiş ve 150 mikron bir derinlik elde ettiğini belirtmiştir. Metali dik olarak akril içine gömmüş ve pürüzlü yüzeyin en derin kısımlarını bir ölçme mikroskobu ile ölçmüştür.

Oysa bizim yaptığımız ölçümlerde, metali yalnızca dik olarak akril içine gömmekle detaylı bir görüntü elde edemedik. Bunun nedeninin, akrilin pürüzlendirilmiş yüzey girinti ve çıkıntılılarına iyi adapte olmaması olduğu düşünülmektedir. Ölçümü hassas yapabilmek için araştırmamızda metal yüzeyi elektrokimyasal olarak önce bakırla kaplanmıştı, daha sonra bu numuneler dik olarak akril içine gömülerek yüzeyleri parlatılıp mikroskopta bu yüzeylerin fotoğrafları alınmıştır. Bu fotoğraflardan yapılan ölçümlerle en iyi pürüzlendirilmiş yüzeydeki girinti çıkıntılarının 120-130 mikron olduğu saptanmıştır.

Minenin asitle pürüzlendirilmesi sonucu oluşan çukurcukların 50-70 mikron⁽²²⁾ derinliğinde olduğu söylenmiştir. Araştırmamızda pürüzlendirilmiş metal yüzeyinde yapılan ölçümler, metaldeki çukurcukların 120-130 mikron olduğunu göstermiştir, buna dayanarak metal ile kompozit resin arasındaki mekanik tutuculuğun mineye kıyasla iki misli daha fazla olduğu söylenebilir.

Livaditis ve Thompson^(15,18), metal ile resin arasındaki bağlanma kuvvetinin, resinle pürüzlendirilmiş mine yüzeyi arasında olan bağlanmaya kıyasla iki misli fazla bulmuşlardır. Bu araştırmacılar, literatürdeki bilgilere dayanarak üçlü bağlanma mekanizmasında resin-mine arasındaki bağlanmanın en zayıf $85-99 \text{ kg/cm}^2$, resinin kendi içindeki bağlanmanın en yüksek

330-600 kg/cm² olduğunu, yaptıkları araştırmada metal ile resin arasındaki bağlanmanın 270 kg/cm² olduğunu bulmuşlardır.

Bu sonuçlara dayanarak metal ve resin arasındaki bağlanmayı daha fazla artırmaya çalışmanın bir anlam yoktur, yukardaki değerlerden de anlaşılacağı gibi problem mine-kompozit resin arasındaki bağlanmadadır. Ancak bu tip köprülerde kullanılacak her metal için, metale özgü en ideal elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği bilinmelidir, araştırmamız da bu amaca yönelik yapılmıştır.

Niranium krom-nikel alaşımının, gözle ve çekme deneyleri sonucu en iyi 0.5 N nitrik asitte 400 mA/cm² akım yoğunluğunda 5 dakikalık bir süre sonucunda elektrokimyasal olarak pürüzlendirilebileceği bulunmuştur. % 10 sülfürik asit ve asetik asit-nitrik asit karışımından oluşan diğer iki çözelti ile istenilen tutucu yüzey elde edilememiştir.

S O N U Ç

Soy olmayan krom-nikel alaşımları elektrolitik olarak pürüzlendirilebilir ve sonuçta dental resinlerin bağlanabilmesi için oldukça tutucu bir yüzey elde edilir. Bu yüzeyi elde etmek için uygulanması gereken elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği her alaşım için farklıdır.

Bu araştırmada sabit protezlerde kullanılmakta olan Niranium marka krom-nikel alaşımının elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği incelenmiştir. Sonuç olarak bu alaşıma özgü en etkin elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği şöyle bulunmuştur :

1) Elektrokimyasal pürüzlendirmede kullanılması gereken elektrolitik çözelti bu alaşım için 0.5 N nitrik asittir.

2) Anot ve katot olarak paslanmaz çelik (316) elektrodlar kullanılmalıdır, anot ve katot arası mesafe 1-15 cm. olmalıdır.

3) Sisteme verilmesi gereken akım yoğunluğunun 400 mA/cm^2 olması uygundur.

4) Pürüzlendirme için gerekli minimum süre 5 dakikadır, sürenin artması ile çukurcuk derinliği daha fazla artmamaktadır.

5) Elektrokimyasal olarak pürüzlendirilen metal yüzeyi siyahlaşır, bu korozyon ürünlerini ortadan kaldırmak için ultrasonik temizleyicide metal yüzeyi % 18 HCl çözeltisinde 10 dakika temizlenmelidir.

6) Pürüzlendirilen metal yüzeyinde kompozit resinin bonding ajanının yayılması kolay olmaktadır.

7) Elde edilen çukurcukların derinliği ortalama 120-130 mikrondur.

Cr-Ni döküm alaşımının elektrokimyasal olarak pürüzlendirilmesi ve bunun pürüzlendirilmiş diş minesine kompozit resinlerle yapıştırılması diş hekimliğindeki protetik uygulamalara yeni olanaklar kazandırmıştır. Yukarıda açıklanan elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği kullanılarak, Niranium marka krom-nikel alaşımından dökülen Maryland köprüler klinik olarak rahatlıkla uygulanabilir. Bu tip köprülerde, kullanılan alaşım eğer uygun teknikle pürüzlendirilmişse, pürüzlü metal yüzeyi ile kompozit resin arasındaki bağlantı, diş ile kompozit resin arasındaki bağlantıya kıyasla daha iyidir.

Ö Z E T

Araştırmamızda sabit protezlerde direkt bonding yönteminde uygulanabilecek, döküm metalin iç yüzeyini pürüzlendirerek tutucu mekanizmanın geliştirilmesi amacıyla Niranium marka krom-nikel alaşımı için elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği araştırılmıştır.

Yapılan ön çalışma ile krom-nikel alaşımlarını elektrokimyasal olarak pürüzlendirdiği bilinen değişik çözeltiler denenmiştir. Bu alaşım için daha uygun pürüzlendirme yapabilen % 10 H_2SO_4 , 0.5 N HNO_3 , HNO_3-CH_3COOH çözeltileri bir direkt akım kaynağı ile değişik akım yoğunlukları uygulanarak karşılaştırılmıştır. Pürüzlendirilen numuneler daha sonra, ultrasonik olarak % 18 HCl çözeltisinde temizlenmiştir. Yüzeyleri aynı şartlarda pürüzlendirilen numunelerden bir çifti kompozit resinle birbirine bağlanmış ve bunlar 7 gün süre ile saf suda bekletilmişlerdir. Toplam 70 numune her biri 4 kez kullanılarak, her pürüzlendirme şartı için 20 tane olmak üzere toplam 280 pürüzlendirilmiş yüzey elde edilmiştir. Birbirine kompozit resinle bağlanan pürüzlü yüzeylerin çekim kuvvetleri, Instron test makinasında toplam 140 çekim yapılarak ölçülmüştür. Böylece alaşıma özgü en etkili elektrokimyasal pürüzlendirme tekniği belirlenmiştir.

Bu alaşım için 0.5 N HNO_3 çözeltisinin elektrokimyasal pürüzlendirme işlemi için en uygun çözelti olduğu, verilmesi gereken akım yoğunluğunun 5 dakika süreyle 400 mA/cm^2 olduğu bulunmuştur, elde edilen çukurcukların derinliği 120-130 mikron olarak ölçülmüştür.

K A Y N A K L A R

1. Rochette, A.L. : Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J. Prost. Dent.* 30: 418-423, 1973.
2. Ibsen, R.L. : Fixed prosthetics with a natural crown pontic using an adhesive composite. *J. South. Calif. Dent. Assoc.* 41: 100-102, 1973.
3. Richmond, N.L. : Acid-etch "bridge" technique. *J. Ind. Dent. Assoc.* 52: 435-436, 1973.
4. Stuart, I.A. : An unusual space maintainer retained by an acid-etched polymer resin. *Brit. Dent. J.* 137: 437-438, 1974.
5. Ibsen, R.L. : One-appointment technique using an adhesive composite. *Dent. Surv.* 49: 30-32, 1973.
6. Stolpa, J.B. : An adhesive technique for small anterior fixed partial dentures. *J. Prost. Dent.* 34: 513-519, 1975.
7. Kochavi, D., Stern, N., Grajower, R. : A temporary space maintainer using acrylic resin teeth and composite resin. *J. Prost. Dent.* 37: 522-526, 1977.
8. Jordon, R.E., Suzuki, M., Sills, P.S., Gratton, D.R., Gwinett, J.A. : Temporary fixed partial dentures fabricated by means of the acid-etch resin technique : a report of 86 cases followed for up three years. *J. Am. Dent. Assoc.* 96: 994-1001, 1978.

9. Barkmeier, W.W., Abrams, H., Brookreson, J.W. : *Technique for an immediate temporary fixed tooth replacement. J. Prost. Dent.* 41: 155-159, 1979.
10. Cunningham, P.J. : *The composite bridge. Aust. Dent. J.* 24: 150-152, 1979.
11. Howe, D.F., Denehy, G.E. : *Anterior fixed partial dentures utilizing the acid-etch technique and a cast metal framework. J. Prost. Dent.* 37: 28-31, 1977.
12. Livaditis, G.J. : *Cast metal resin-bonded retainers for posterior teeth. J. Am. Dent. Assoc.* 101: 926-929, 1980.
13. Nathanson, D., Moin, K. : *Metal-reinforced anterior tooth replacement using acid-etch-composite resin technique. J. Prost. Dent.* 43: 408-412, 1980.
14. Williams, V.D., Drennon, D.G., Silverstone, L.M. : *The effect of retainer design on the retention of filled resin in acid-etched fixed partial dentures. J. Prost. Dent.* 48: 417-423, 1982.
15. Livaditis, G.J., Thompson, V.P. : *Etched castings : An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. J. Prost. Dent.* 47: 52-58, 1982.
16. McLaughlin, G., Foerth, D. : *Composite bonding of etched metal bridges. Gen. Dent.* 30: 132-134, 1982.
17. Gluck, J. : *"One-step" etching process for etched-metal bridges. Dent. Lab. Rev.* 34-36, June 1982.
18. Thompson, V.P., Del Castillo, E., Livaditis, G.J. : *Resin-bonded*

- retainers. Part I. Resin bond to electrolytically etched non-precious alloys. *J. Prost. Dent.* 50: 771-779, 1983.
19. Buonocore, M.G., Matsui, A., Gwinnett, A.J. : Penetration of resin dental materials into enamel swfaces with reference to bonding. *Archs. Oral Biol.* 13: 61-70, 1968.
20. Laswell, H.R., Welk, D.A., Regenos, J.W. : Attachment of resin restorations to acid pretreated enamel. *J. Am. Dent. Assoc.* 82: 558-563, 1971.
21. Gottlieb, E.W., Retief, D.H., Jamison, H.C. : An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I : Tensile bond strength studies. *J. Prost. Dent.* 48: 48-51, 1982.
22. Retief, D.H. : Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *J. Dent. Res.* 52: 333-340, 1972.
23. Fusayama, T., Nakamura, M., Kurosaki, N., Masaaki, I. : Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J. Dent. Res.* 58: 1364-1370, 1979.
24. Short, G.M., Hembree, J.H., McKnight, J.P. : The bond strengths of resin systems to etched enamel. *J. Prost. Dent.* 36: 538-543, 1976.
25. Macchi, R.L., Craig, R.G. : Physical and mechanical properties of composite restorative materials. *J. Am. Dent. Assoc.* 78: 328-334, 1969.
26. Phillips, R.W. : Composite restorative resins. *J. Am. Dent. Assoc.* 80: 357-359, 1970.

27. Forsten, L., Väliho, M.L. : *Transverse and bond strength of restorative resins. Acta Odont. Scand. 29: 527-537, 1971.*
28. Reisbick, M.H., Brodsky, B.A. : *Strength parameters of composite resins. J. Prost. Dent. 26: 178-185, 1971.*
29. Council on dental materials and devices : *Status report on acid etching procedures. J. Am. Dent. Assoc. 97: 505-508, 1978.*
30. Söderholm, K.J. : *Relationship between compressive yield strength and filler fractions of PMMA composites. Acta Odont. Scand. 40: 145-150, 1982.*
31. Hanst, M.T. : *Acid etched resin restorations : An update for the clinician. J. Ind. Dent. Assoc. 58: 10-15, 1979.*
32. Gomes, B.C., Gold, S.B., Baer, P.N., Festa, S. : *Importance of combined periodontal and acid-etch composite treatment in restoration of anterior teeth and periodontal health. J. Am. Dent. Assoc. 99: 834-835, 1979.*
33. Rock, W.P. : *The effect of etching of human enamel upon bond strengths with fissure sealant resins. Archs. Oral. Biol. 19: 873-877, 1974.*
34. McLaughlin, G. : *Composite bonding for the clinician. N.Y. Stat. Dent. J. 48: 232-235, 1982.*
35. Newman, G.V. : *Epoxy adhesives for orthodontic attachments. Progress report. Am. J. Orthod. 51: 901-912, 1965.*
36. Yanower, L., Croft, W., Pulver, F. : *The acid-etched fixed prosthesis. J. Am. Dent. Assoc. 104: 325-328, 1982.*

37. Conny, D.J., Brewer, J.D. : A technique to facilitate handling of enamel-bonded restorations. *J. Prost. Dent.* 51: 441, 1983.
38. Marshall, G.W., Olson, L.M., Lee, C.V. : SEM investigation of the variability of enamel surfaces after simulated clinical acid etching for pit and fissure sealants. *J. Dent. Res.* 54: 1222-1231, 1975.
39. Miura, F., Kazuhiko, N., Masuhara, E. : New direct bonding system for plastic brackets. *Am. J. Orthod.* 59: 350-361, 1971.
40. Grajower, R., Stern, N., Zamir, S., Kochavi, D. : Temporary space maintainers retained with composite resin. Part II : Fracture load in vitro. *J. Prost. Dent.* 45: 49-51, 1981.
41. Portnoy, L.L. : Constructing a composite pontic in a single visit. *Dent. Surv.* 49: 20-23, 1973.
42. Scheer, B., and Silverstone, L.M. : Replacement of missing anterior teeth by etched retained bridges. *J. Int. Assoc. Dent. Child.* 6: 17, 1975.
43. Lambert, P.M., Moore, D.L., Elletson, H.H. : In vitro retentive strength of fixed bridges constructed with acrylic pontics and an ultraviolet-light-polymerized resin. *J. Am. Dent. Assoc.* 92: 740-743, 1976.
44. Howell, A.H., Manly, R.S. : Electronic strain gauge for measuring oral forces. *J. Dent. Res.* 27: 705-712, 1948.
45. Kaynak 14'den alınmıştır.
46. Kaynak 7'den alınmıştır.
47. Wickwire, N.A., Rentz, D. : Enamel pretreatment : A critical variable in direct bonding systems. *Am. J. Orthod.* 64: 499-512, 1973.

48. Schwickerath, H., Mokbel, A.M. : Klebebrücken. Dtsch. zahnärztl.
38: 1016-1019, 1983.
49. Williams, V.D., Dedmon, H.W. : The retentive capacity of rebonded
retainers to enamel. J. Prost. Dent. 51: 205-208, 1984.
50. Yavuzyılmaz, H., Arıkan, A., Yurdukoru, B. : Adhesive köprülerin
klinik değerlendirilmesi (2 yıl süreli klinik çalışma). A.Ü. Diş
Hek. Fak. D. 10: 213-20, 1983.
51. Chapman, K.W., Hamilton, M.L. : Maintenance of diastemas by a cast
lingual loop connector and acid-etch technique. J. Am. Dent. Assoc.
104: 49-50, 1982.
52. Wood, M. : Etched casting resin bonded retainers. An improved technique
for periodontal splinting. Int. J. Periodont. Restorative Dent.
4: 9-25, 1982.
53. Reinhardt, J.W., Denehy, G.E., Chan, K.C. : Acid etch bonded cast
orthodontic retainers. Am. J. Orthod. 75: 138-142, 1979.
54. Combe, E.C. : Notes on dental matirials. Churchill Livingstone
Publication. p.g 43, 1975.
55. Patel, M.G. : The effect of electrochemical milling on margins of
MOD inlays. J. Prost. Dent. 30: 66-73, 1973.
56. Cherberg, J.W., Nicholls, J.I. : Analysis of gold removal by acid
etching and electrochemical stripping. J. Prost. Dent. 42: 638-644,
1979.
57. Kaynak 58'den alınmıştır.
58. Fusayama, T., Ide, K., Hosoda, H. : Relief of resistance of cement
of full cast crowns. J. Prost. Dent. 14: 95-106, 1964.

59. Fame, J.F., Nealey, E.T. : The effects of etching on the margins of cast gold restorations. *J. Prost. Dent.* 35: 273-278, 1976.
60. Dunn, B., Reisbick, M.H. : Adherence of ceramic coatings on chromium-cobalt structures. *J. Dent. Res.* 55: 328-332, 1976.
61. Tanaka, T., Atsuta, M., Uchiyama, Y., Kawashima, I. : Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings. *J. Prost. Dent.* 42: 282-291, 1979.
62. Barrack, G. : Recent advances in etched cast restorations. *J. Prost. Dent.* 52: 619-626, 1984.
63. Livaditis, G.J. : Resin-bonded cast restorations : Clinical study. *Int. J. Periodont. Restorative Dent.* 4: 71-78, 1981.
64. Mullick, S.C. : Etched metal resin-bonded retainers. University of Medicine and Dentistry of New Jersey - New Jersey Dental School Newark, New Jersey. (text.).
65. Caniklioğlu, B., Kayadöniz, İ. : Diş hekimliğinde korozyon, elektrolitik kaplama ve parlatma. *İ.Ü. Diş Hek. Fak. Ar Basım Yayın, Sa:* 63, 1982.
66. Greaves, R.H., Wrigton, H. : Practical microscopical metallograph. *Science paperbucks SP 41. p.g* 13-14, 177, 179-181, 1967.

