

## *Altın ve Amalgamların Muhtelif Değişkenler Karşısında Gösterdikleri Galvanismus, in Vitro Bir Çalışma*

Cengiz OKTAY (\*)

### **G İ R İ Ş :**

Ağız kavitesinde farklı elektrik potansiyeli gösteren metaller veya alaşımlar arasında bir akım meydana geldiği ve tükürüğün bu akımın oluşmasında bir elektrolit gibi fonksiyon gördüğü, Lain, Schriever ve Caughron (1), Aasgaard (2) ve Felber (3) gibi araştırmacılarca gösterilmiştir. Diş ve dişi taşıyan periodontal dokular bu galvanik akım devresinde iletken olarak rol oynarlar. Oral galvanismus bağı olarak metal veya alaşımlarda elektrokimyasal bir korozyon meydana geldiği Schoonove (4), Hakala (5) ve Marxhors (6) gibi araştırmacılarca tespit olunmuştur. Ağız kavitesinde farklı elektrik potansiyelinde metal ve metal alaşımlarının bulunmasının ayrıca iletken rolü oynayan dişlerde bir ağrı duyusunun oluşmasına ve yumuşak dokularda bazı patolojik değişikliklere yol açtığına dair araştırma neticeleri de mevcuttur Nachtin (7), Oehlers (8), Mumford (9) ve Rechtshäffer (10).

Oral Galvanismus bağı olarak ağız mukozasında görülen patolojik değişiklikler arasında ülser sahaları, glossittis ve prekansörüz olarak değerlendirilen lökoplazi lezyonlarının oluştuğuna dair raporlar literatürde görülmektedir (11, 12, 8 ve 13). Teşekkül eden galva-

---

(\*) Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Tedavi Kürsüsü Öğretim Üyesi

nik akım şiddetinin tükürüğün özellikleri ile metal veya alaşımlarının elektromotor değerlerinin farklılığına bağlı olduğu Farrell (14) ve Aasgaard (2) tarafından tespit edilmiştir. Aasgaard (2) ağız içinde altın ile çinko arasında 900 m., voltluk bir potansiyel farkı olduğunu, Mumford (9) 22 ayar altın ile gümüş amalgam arasında 215-639 milivolt potansiyel farkı olduğunu, Farrell (14) 22 ayar altın ile gümüş amalgam arasında 560 mv., 22 ayar altın ile paslanmaz çelikten yapılan restorasyonlar arasında 90 mv., bakır ve gümüş amalgam arasında ise 310 m., voltluk bir potansiyel farkı bulunduğunu tespit etmiştir. Marxkors (6) farklı amalgamlar arasında 700 milivoltlu geçen potansiyel farkı doğduğunu ifade etmektedir.

Yukarıda neticelerine kısaca değindiğimiz bu araştırmalar, oral galvanismusun restorasyon materyalinin ömrü açısından ve diş ve diş çevreleyen dokular için zararlı bir neden olduğunu ortaya koymaktadır. Diş Hekimliğinde en sık kullanılan iki restorasyon materyali olan altın ve gümüş-kalay amalgamları arasında oluşan galvanik akımın tamamen ortadan kaldırılması bile, minime indirilmesi hiç şüphesiz arzu edilen bir husustur. Farklı elektromotor değerleri gösteren altın ile amalgam arasında suni tükürük bulunan bir ortamda galvanik akım üzerinde etken olabileceğini düşündüğümüz :

- 1 — Folie veya ince grenli amalgamların,
- 2 — Civa amalgam oranının,
- 3 — Amalgamın civa ile karıştırılma süresinin,
- 4 — PH'nın,
- 5 — Kondansasyonu takiben geçen zamanın potansiyel farklarını ne şekilde etkileyebileceğini tespit edebilmek gayesiyle bu İn Vitro çalışma yapılmıştır.

#### **GENEL BİGİLER :**

Ağız içindeki restorasyonlarda görülen korozyon reaksiyonları kimyasal ve elektrolitik (elektrokimyasal) olarak iki grupta toplanabilir. Bunlardan kimyasal tipteki korozyonlar oksidasyon, halojenasyon, sülfirizasyon reaksiyonları şeklinde görülen ve amalgamda  $Ag_2S$  şeklinde oluşan sülfirizasyon reaksiyonudur. Gümüş sülfid, içinde gümüş bulunan altın restorasyonlarda en sık görülen kimyasal korozyonlardan biridir.

Aşırı alkali veya asitler ile ağız içinde kimyasal korozyon meydana gelmesi sık rastlanılan bir durum değildir. Ancak, yüzeysel ola-

rak aşırı bir dental birikme veya yapı olarak homojen olmayan bir yapı varsa, bu taktirde direkt bir kimyasal korozyon olabilir.

Kimyasal korozyon nadir olarak izole bir şekilde oluşabilir. Genellikle, bu korozyon tipi elektrokimyasal korozyon ile beraber görülür.

Geniş anlamı ile elektrokimyasal korozyonlar iki kategoride mütalâa edilirler. Bazı durumlarda metal ve metal olmayan elementlerin direkt bir kombinasyonu vardır. Diğer durumlarda, metal çözünerek sudaki veya asiddeki hidrojen yerine geçer veya çözünen metal, ortamdaki metal tuzu çözüntüsündeki metal yerine geçebilir.

Bunlardan ilkinde kuru korozyon, ikincisine sıvı bir ortamda olduğundan yaş korozyon ismi verilir. Bununla beraber her iki tip korozyon elektrolitik olup, metal yüzünde oluşan elektrolitik pil teşekkülü ile ilgilidir.

Ağız içinde cereyan eden elektrokimyasal korozyon tipi bunlardan yaş korozyona uymaktadır. Elektrolitik korozyonun iyi bir şekilde anlaşılabilmesi için metallere ait elektromotor kuvvetlerin ne olduğunun bilinmesi gereklidir.

Elektromotor kuvvetinin muhtelif metallere göre ayrılabilmesi, her metalin 1 atom gramınının 1.000 gr., suda 25 C°'de çözünme temayülerine göre yapılır. Bu standart potansiyeller, bir kutbu hidrojen elektrod, diğer kutbu metal olan bir pil şeklinde düşünülerek değerlendirilebilir.

Hidrojen elektrod potansiyeli keyfi olarak sıfır alınmış ve metale ait değerlendirme buna göre yapılmıştır. Tablo No : 1'de metallere ait elektromotor kuvvet dizilimi H<sup>+</sup> sıfır alınarak + ve — değerlendirme buna göre yapılmıştır, Tablo No : 1'de metallere ait elektromotor kuvvet dizilimi H<sup>+</sup> sıfır alınarak + ve — değerler ile volt olarak değerlendirilmiştir.

(Metallere ait elektromotor kuvvetler Skinner'den alınmıştır).

**TABLO : 1 —**

Metallerin hidrojen elektrok karşısında gösterdiği izâfi Elektromotor değerleri

	İyon	Elektrod potansiyeli volt olarak
Altın	Au <sup>++</sup>	+1.50
Altın	Au <sup>++</sup>	+1.36
Plâtin	Pt <sup>++</sup>	+0.86
Gıva	Hg <sup>++</sup>	+0.80
Gümüş	Ag <sup>+</sup>	+0.80
Bakır	Cu <sup>+</sup>	+0.47
Hidrojen	H <sup>+</sup>	0.00
Kurşun	Pb <sup>++</sup>	—0.12
Kalay	Sn <sup>++</sup>	—0.14
Nikel	Ni <sup>++</sup>	—0.23
Kadmıyım	cd <sup>++</sup>	—0.40
Çinko	Zn <sup>++</sup>	—0.76
Alimünyım	Al <sup>++</sup>	—1.70
Sodyım	Na <sup>+</sup>	—2.71
Potasyım	K <sup>+</sup>	—2.92

(Skinnerden)

Aynı dizilim elektrod potansiyeli olarak ifade olunabildiği gibi oksidasyon potansiyeli olarak da isimlendirilebilir. Şayet oksidasyon potansiyeli olarak bir değerlendirme yapılacak ise, işaretlerin değişmesi altının —1.50, potasyımın ise +2.92 olarak ifade edilmesi termodinamik prensiplerin gereğidir.

Elektrolit içerisinde elektronlarından vazgeçerek iyon halinde elektrolite geçen kutuba anod (+), bu elektronları kabul eden kutuba da katod (—) denir. Şayet iki farklı elektrik potansiyeli gösteren iki farklı metal bir elektrolit içine konursa ve bu iki metal bir iletken ile bağlanırsa, bir elektrik akımının bu iletkenden geçtiği görülür. Elektrod potansiyeli daha düşük olan metal iyon şeklinde elektrolite çözünür. Bu nedenle teşekkül eden akımın şiddeti ve yönü kullanılan metallerin elektrod potansiyelleri ile ilgilidir. İyon şeklinde çözünme üzerinde etken olan bir başka husus da, elektrolit içerisinde bu iyonun fazla veya az bulunmasıdır. Çevredeki iyon miktarı arttıkça, elementin çevreye çözünme temayülünde bir azalma meydana gelir. Bu nedenle elektrolit içerisinde iyon seviyesi belli bir limite ulaştıktan sonra metalden çevreye çözünme durur. Bu, elektrokimyasal korozyonun durması demektir. Ancak dental restorasyonlarda

elektrolit sabit kalmadığına, yeme ve yutma ile her an değiştiğine göre elektrolitik korozyonun devamlı olacağını bilmek yerinde olur.

Genel olarak dört elektrolitik korozyon şekli ağız içerisinde görülür. Bildiğimiz kadarı ile tükürük muhtelif tuzlar ihtiva eden zayıf bir elektrolittir. Tükürüğün elektrokimyasal özellikleri tükürüğün kompozisyonuna, komponentlerinin konsantrasyonuna, PH'ya, yüzey gerilimine ve tamponlama kapasitesine bağlıdır. Bu faktörlerin hepsi elektrolitin kuvvetine ve netice olarak meydana gelecek korozyonu etkiler niteliktedir.

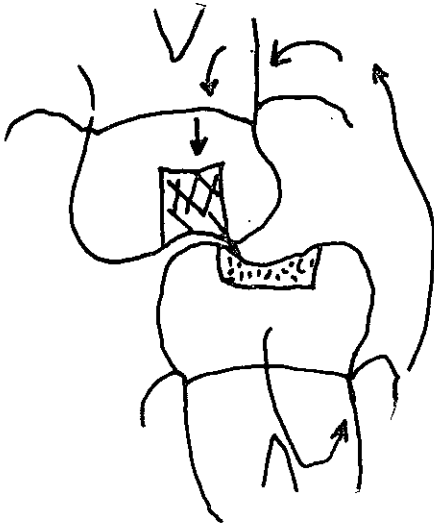
Korozyona uğrayan emtal ister  $H^+$  yerine, isterse bir metal bileşimindeki metalin yerine korosiv bir çevrede kalın olsun; metalin yüzünde aynı anda iki reaksiyon meydana gelir.

Bunlardan birincisi metalin iyon şeklinde metal yüzünden ayrılması, ikincisi  $H^+$ 'in metal yüzünde iyon halinden atom haline dönüşmesidir.

### Korozyon Tipleri :

I — Farklı metallerin yakın bulunmasına bağlı olarak oluşan elektrogalvanizmus

(1. Tip korozyon).



TÜKRÜK

Doku Sıvısı  
Farklı iki metalde  
devre tamamlanması

II — Heterojen metal yüzü gösteren durumlarda meydana gelen korozyon (bu durum, Eutektik peritektik alaşımlarda görülür),

III — Homojen olmayan metal yüzlerinde görülen korozyon (cilâlı ve cilâsız amalgam kısımlarında),

IV — Konsantrasyon farklılığına bağlı olarak görülen korozyon (fisür derinliği okluzal yüz; interproksimal saha, okluzal yüz arasında oluşan farklı PH'lar nedeni ile) görülür. (15)

#### **Galvanik Akımın Klinik Önemi :**

Schriever ve Diamond'un (16) gösterdiği gibi elektrogalvanizm, ağız içerisinde küçük değerlerde de olsa devamlı olarak bulunur. Elektrogalvanizmin, korozyon açısından değerlendirilmesi daha önce yapılmış idi. Metalik restorasyon materyali ağız içinde kullanıldığı sürece galvanik akım meydana gelmesinden kaçınmak olanaksız gibi görünmektedir. Kullandığımız kaide simani iyi bir izalâtör olmasına rağmen, dişe ve pulpaya gelen elektrik akımlarını minimele indirmekte çok az bir tesiri haizdir. (17).

Her ne kadar kullanılan bir çok kaide maddesi kuru iken iyi bir izalâtör gibi fonksiyon görürlerse de, marjinal sızıntı veya dentin - den aldıkları nem ile bu özelliklerini büyük ölçüde kaybederler. Kavite duvarlarına ideâl bir adaptasyon metodu ve materyali geliştirilene dek bu tip galvanik akımın blokajı muhtemelen önlenemez. Siman kaide galvanik akım miktarında bir azaltma meydana getirmemesine rağmen, bu akımın dişe geçiş yolunu değiştirebilir. Pulpaya çok yakın olan kavitelere konulan kalınca bir kaide dolgu materyali ile doğan elektrik akımlarının dişe geçiş yolu değiştirilerek pulpanın aşırı irritasyonu azaltılabilir. (17)

Her ne kadar galvanik şok nedeni ile görülen post operatif rahatsızlıklar klinikte pek fazla görülmezse de, bazı hastalarda bu tip şok hakikaten ızdıraplı olur. Galvanik akıma bağlı olarak görülen post operatif ağrı, dolgunun tatbikinden sonra geçen kısa bir zaman aralığında tedricen azalabilir. Ağrının tedricen azalması ve ortadan kalkması restorasyon üzerinde bir oksidasyon tabakasının oluşması veya kullanılan kaide maddesinin zamanla sertleşmesi ve PH'sının nötrale yaklaşması ile izah edilebilir. Bunlardan kaide maddeleri ne kadar iyi izalâtör karakteri kazanırsa kazansınlar, elektrik enerjisi için iyi bir izalâtör olarak fonksiyon görmezler. Bu nedenle ağrının ted-

ricen azalması, muhtemelen ağrı eşiğinin zamanla yükselmesi ile izah edilebilir. Operatif prosüdürlere esnasında değişmiş olan pulpa fizyolojisi normal fizyolojiye dönüşümle daha önce ağrı duyuşu ile cevap verdiği bir galvanik akıma normale dönüşü takiben cevap vermiyebilir. Pratik açıdan galvanik şoku elimine etmekte veya minimuma indirmekte kullanılacak en iyi metod restorasyon yüzünün verniklenmesidir. Bu vernik metalik dolgu üzerinde kaldığı sürece, restorasyon tükürükten izole edilmiş olur ve bir galvanik devre teşekkülü önlenmiş olur. Verniğin çiğneme fonksiyonları ile kalkmasına kadar geçen zaman aralığında pulpa da normal fizyolojisine dönüşebilir.

Pisarev (18) Bimetalizm vak'alarında amalgam üzerinde % 40' lık  $AgNO_3$  solüsyonu tatbikini, bunu takiben % 5'lik iodyolüsyonu ile muamelenin bimetalizm (oral galvanismusu) bir dereceye kadar azalttığını ifade etmektedir. Bu şekilde aşırı pulpa reaksiyonları önlenmiş olur. Restorasyon yüzünün polisaj ile homojen bir hale getirilmesi elektrokimyasal korozyonu önlemesi bakımından çok faydalıdır. Bu tipte oluşan galvanik akımlar daha ziyade amalgam restorasyonun tam olarak yapılmamış polisajlarında görülür. Bu nedenle polisajı ya tam yapmalı ve homojen bir yüz yaratmalı veya yüzeysel oksidasyonun her yerde aynı şekilde oluşması için hiç yapmamalıdır.

Metalik dolgulardan galvanik akım nedeni ile salıverilen metal iyonlarının daha önceleri ifade edildiği gibi ağız içi ülserlere, lökoplazilere, kansere ve böbrek rahatsızlıklarına yol açmadığına dair araştırmaların neticeleri mevcuttur. (19)

Öte yandan 1000 vak'ada yapılan istatistikî bir araştırmada ağız içindeki farklı metallerin doku irritasyonu oluşturmadığı da saptanmıştır. (20) İn Vitro olarak farelerde yapılan bir araştırmada, paslanmaz çelik bir tübden su içen hayvanlarda dil ve dudak üzerinde 5 m. amp., bir galvanik akım geçtiği ve bu yükseklikteki bir akımın, ağız içi dokularda herhangi bir doku değişikliği meydana getirmediği histolojik tetkikler ile doğrulanmıştır. (21)

Galvanik akımların ağız kavitesinde patolojik değişimlere yol açtığı hususu muhtelif araştırmacılarca abartılmış olarak kabul edilmesine rağmen, bir çok araştırmacı, bazı vak'alarda görülen galvanismusun hasta için ızdıraplı olduğunu kabul etmekte ve bilhassa ağrı eşiği çok düşük olan vak'alarda bazı koruyucu tedbirlerin alınmasını veya tek bir metal ile restorasyonların yapılması tezini savunmaktadırlar. (19)

Ancak, burada hemen söylemekte yarar gördüğümüz husus, aynı metal veya alaşım ile restorasyon yapılsa dahi, homojen olmayan restorasyon yüzlerinde veya konsantrasyon farklılığına bağlı olarak oluşan galvanismus şekilleri yine pulpa üzerine kötü yönde etki gösterirler.

Birinci tipe giren farklı potansiyeldeki metaller ile yanyana yapılan restorasyonlarda amalgam (anod), altın muvacehesinde zayıflar ve her iki restorasyonda renk değişimi görülür. Farklı metallerin ağız içinde yapılan restorasyon veya rehabilitasyonlarda kullanılmasının sert ve yumuşak ağız içi dokularında ne gibi değişimler yaptığının tetkiki kanaatimizce lüzumlu gibi görünmektedir.

### **Amalgamlara Ait Genel Özellikler :**

1 — Amalgam alaşımlarının kompozisyonu; A.D.A Spesifikasyon No : 1'e uyan amalgamlarda gerek renk değiştirme (oksidasyon), gereksiz korozyon testleri klinik açıdan tatmin edici değildir. Firmalarca hazırlanan amalgamlar genellikle G. V. Black'ın ön gördüğü üç kısım gümüşe bir kısım kalay esasına dayanmaktadır.

#### **Amalgamın Kompozisyonu**

	<b>Minimum</b>		<b>Maximum</b>	<b>Ortalaması</b>
Ag	% 66.7	—	% 74.5	% 69.4
Sn	% 25.3	—	% 27	% 26.2
Cu	% 0.0	—	% 6	% 3.6
Zu	% 0.0	—	% 1.9	% 0.8

### **Amalgamda Bulunan Elementlere Ait Özellikler :**

Amalgamın ana komponentlerinden olan gümüş, amalgamın mukavemetini artırıcı, akıcılığını azaltıcı yönde etkide bulunur. Gümüş miktarı arttıkça amalgamın ekspansif potansiyelinde de bir artma görülür.

Kalay, amalgamın ikinci ana komponenti olup, amalgamın genişlemesini azaltıp, kontraksiyonunu artırıcı fonksiyon görür-kalay, amalgamın sertlik ve mukavemetini de azaltıcı yönde rol oynar. Amalgam cıva ile amalgamasyona tâbi tutulduğunda kalay cıva fazı teşekkül eder. Bu faz amalgamın en zayıf fazı olup, alçak gerilim kuvvetinin oluşması, yüksek seviyede bir akıcılık ve korozyona artan bir tandır-sın doğmasında bir nedendir.



Gümüş kalay alaşımları oldukça kırılğan olup, kesme işleminde üniform partikül büyüklüğü sağlanabilmesi için cüzi miktarda bakır %4-5 oranında alaşıma konmaktadır. Metalografik kesitlerde alaşıma konan bakırın kalay ile  $Cu_3 Sn$  şeklinde bir faz teşkil ettiği sanılmaktadır. Gümüş kalay alaşımına ilâve olunan bakırın bu alaşımı sertleştirdiği basınç altında görülen akma hadisesinin azaldığı ve amalgasyonu takiben görülen ekspansiyonun bakır ilâvesi ile arttığı görülmüştür. Ancak, ilâve olunan bakır miktarı, bakırın alaşım içerisindeki çözünme limitinin üstünde olursa, amalgamın sağlamlığında bir azalma ve akıcılığında bir artma olduğu görülür.

Çözünürlük limiti üstünde bakır ihtiva eden gümüş amalgamlar; bir noktada eutektik bir alaşım olarak kabul olunabilirler.

Amalgamlara konulan ve miktarı hiç bir zaman % 1'i geçmeyen çinko, amalgamın sağlamlığı ve akıcılığını çok az etkiler. Buna rağmen alaşımın metalurjik kalitesi üzerinde aşırı bir tesire sahiptir. Çinko ihtiva etmeyen gümüş-kalay alaşımları çok kırılğan olup, bu tip amalgamlar plâstisite açısından da çinko taşıyan amalgamlardan daha az plâstisite gösterirler.

Öte yandan, gümüş amalgamının hazırlanmasında kullanılan çinko, ergime ameliyesinde oksitlenmeyi önleyici olarak da fonksiyon görür. Aynı fonksiyonun kalay tarafından yapıldığına dair görüşler de mevcuttur. (22)

Öte yandan çinko, küçük bir yüzde de amalgamda bulunmasına rağmen, rutubet karşısında amalgamın aşırı ekspansiyonuna sebep olur. Bu durum hiç şüphesiz arzu edilen bir husus değildir.

Civa ile pre-amalgamasyon bilhassa Avrupa'da imâl edilen amalgamlar için söz konusudur. % 3'e kadar amalgamda bulunan civa amalgamasyonun daha çabuk olmasını sağlar, bunun dışında herhangi bir fonksiyonu yoktur.

#### **Amalgam Partikül Büyüklüğü :**

Günümüzde kullanılan amalgamlar partikül büyüklüklerine göre sınıflandırılabilirler. Buna göre partikül büyüklüğü 33-37 mikron arasında bulunan amalgamlar ince partiküllü, partikül çapı 26 mikron olan amalgamlar ise, ince partiküllü olarak kabul olunmaktadır. Amalgam partikül çapı büyüdükçe bu tip amalgamlar ile yapılan restorasyonların daha çabuk sertleştikleri ve amalgam sağlamlığının erken oluştuğu görülür. Amalgam partikülerinin büyük olmasındaki ikinci sakınca, büyük partiküllü amalgam tozu ile hazırlan-

lanan amalgamların muntazam olmadığı ve bu nedenle konden - sasyon sırasında kaviteye iyi bir adaptasyon sağlanamaması husu - sudur. İri partiküllü amalgam, ile hazırlanan restorasyonların korozyona olan tandansları da ince grenlilerden daha fazladır.

### **Amalgam Metalografisi :**

Tipik bir dental amalgamın mikro fotoğrafisi tetkik edilirse, çekirdek kısmında  $\delta$  fazında bulunan ve gümüş-kalay alaşımı  $Ag_3 Sn$  bulunur. Bu çekirdek kısmının etrafındaki matriks küçük ve gayri muntazam  $Ag_2 Hg_3$  ( $\delta_1$  fazı) ve  $Sn_{7-8}Hg$  ( $\delta_2$  fazı)'ndaki granüller ile çevrilidir.

$\delta_1$  fazı kübik bir strüktür göstermesine rağmen,  $\delta_2$  fazı Hekzonal bir kafeslenme gösterir. Civa ihtiva eden bu iki faz,  $\delta$  fazındaki amalgama civanın diffüzyonunu inhibe eder ve amalgam ile civanın birleşme reaksiyonunu yavaşlatır.

Tatbikatta, civa ile amalgamın mekanik olarak karıştırılması halinde  $\delta_1 + \delta_2$  fazları şeklinde bir başlangıç kristalizasyonu olur ve mekanik karıştırma devam ettikçe  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  fazındaki kısımlar yüzeyden ayrılır ve yeni  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  fazları meydana gelir. Kitle kaviteye kondanse edildikten sonra,  $\delta$  fazı etrafından,  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  fazında inhibe edici bir örtü bulunduğundan,  $\delta$  fazındaki amalgamın  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  fazına geçmesi çok yavaş bir şekilde cereyan eder.

Kondansasyon takiben  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  fazına dönüşecek olan miktarlar şüphesiz serbest civa miktarına bağlı kalır. Şayet amalgamasyon reaksiyonunu ifade edersek;

$\delta + Hg \text{ ————— } Sn (\delta_1 + \delta_2 + \delta)$  şeklinde bir ifade kullanabiliriz. Şayet amalgam civa oranı 1 ise, yani kondanse edilen amalgamın % 50 ağırlığı civadan oluşmuş ise, bu takdirde;

$16.78 Ag_3Sn + 37 Hg \text{ ————— } 12 Ag_2 Hg_3 + Sn_{7-8} Hg + 8.78 Ag_3 Sn$  denklemini verilebilir. Bu denkleme göre seruleşmiş bir amalgamda  $Ag_3 Sn$  şeklinde reaksiyona girmeyen amalgam yüzdesi % 31 olarak saptanabilir (24).

Dental amalgamların strüktür açısından gösterdikleri en büyük eksiklik amalgamların bünyelerinde muhtelif fazların zulunması, bunun da korozyona olan dayanıklılığı azaltması şeklinde ifade olunabilir.

## Fazlara Göre Amalgamın Fiziksel Özelliklerinin Değerlendirilmesi :

Sertleşmiş bir amalgamın fiziksel özellikleri, kitle içerisinde görülen  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  ve  $\delta$  fazlarının yüzdelere bağlıdır.  $\delta$  Miktarı yüksek olan amalgam kitleleri en sağlam amalgam olarak nitelendirilir.  $\delta_2$  fazı yüzde olarak kitlenin büyük bir kısmında bulunuyorsa, bu tip bir amalgam fiziksel olarak kuvvetlere çok zayıf dirençli ve korozyona en müsait amalgamı ifade eder.  $\delta$  fazı nötr faz,  $\delta_1$  fazı da asil faz olarak mütalâa olunur (25).

Hiç şüphesiz  $\delta$  fazı ile bunu çevreleyen  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  matris fazları amalgamın fiziksel özelliği açısından önemli faktördürler (26).  $\delta$  fazının miktarca fazla olması ve bu fazın  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  fazları ile iyi bir şekilde matrislenmemesi hiç şüphesiz amalgamasyon tekniği ve kullanılan civa miktarına bağlıdır.

Korozyon açısından, ağız içinde farklı elektrik potansiyeli gösteren nedenlerin bulunmasına bağlı olarak gördüğümüz elektrokimyasal korozyon veya heterojen bir yapı gösteren alaşım kitlelerinde bir elektrolit içerisinde görülen korozyon tipleri oral galvanizismus açısından önemlidir. Elektrokimyasal korozyonda ve  $\delta_2$  fazındaki kalayın oksidasyon reaksiyonu ile amalgam yüzünden ayrılması ile bilhassa amalgam kenarlarında zayıflamalar olur.  $\delta_2$  fazında kalayın ayrılması ile geride kalan civa amalgam partikülleri ile reaksiyona girerek yeni  $\delta_1$  ve  $\delta_1$  fazları yaratır. Bu durum amalgam dış birleşiminde amalgamın bu fazlara bağlı olarak ekspansiyon göstermesini ve dolgunun kavite margininden sarkmasını doğurur. Korozyona bağlı bu ekspansiyona merküroskopik ekspansiyon demekteyiz. Elektrokimyasal korozyonun bu şekilde restorasyon volümünde farklılık yaratması dolgu kenarlarının buna bağlı olarak zayıflaması, dolgunun kolayca kırılabilmesi olanağını yaratır (23). Çinko ihtiva eden amalgamlar da nem muvacehesinde yine bu tip marjinal ekspansiyon gösterip, amalgamın marginlerden aynı şekilde kırılmasını doğurabilirler. Civa miktarı % 49, % 56 ve % 62 arasında değişen amalgam dolgularda civa miktarı fazla oranlarda ise, dolgu kenarlarının kırıldığı, dolgu yüzlerinin korozyon gösterdiği ve dolgu kitlesinin kolayca çatladığı görülmektedir (27).

Bu durum hiç şüphesiz  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  fazlarının  $\delta$  fazına nazaran daha büyük bir yüzde de bulunmasının bir ifadesidir.

Amalgamasyonun iyi bir şekilde yapılmaması yine civa ile amalgamın plâstik bir kitle haline getirilmemesi korozyona sebep olabi-

İceği gibi, kondensasyon sırasında aşırı şekilde kuru olmayan amalgam kitlesinin ufak kitleler halinde kondanse edilmesi ise, iyi bir homojenizasyon temin eder.

### **Materyal ve Metod :**

Araştırmada kullanılan suni tükrük Carter, Ross ve Smith'in (28) gümüş-kalay amalgamında kullandıkları suni tükrük hazırlama metoduna uygun olarak hazırlanmıştır. Metotta taze olarak hazırlanan suni tükrük PH'sı 7,5 olup, daha düşük PH değerleri için mediaya laktik asid ilâvesi yapılmış ve ölçümlerin yapıldığı zaman aralığında ortam elektrodulara değdirilmeden bir cam çubukla karıştırılmıştır.

Potansiyel farklarının ölçülmesi için TMK model 700 B multimetre ile, D. C. volt 0.5 göstergesi üzerinden ölçümler yapılmıştır. PH ölçümleri için Beckman firmasının 76001 model No. lu Expandomatic PH metresi kullanılmıştır. Her ölçümden önce âlet standart PH'daki bir solüsyon ile standardize edilmiş ve ölçümler bu standardizasyondan sonra yapılmıştır. Suni tükrük PH'sı olarak 5, 5.5, 5.75, 6.00, 6.50, 6.75, 7.00, 7.5 PH'lar alınmıştır.

Araştırmada kullanılan amalgamlar De Trey firmasının ince grenli pre-amalgam edilmiş solila amalgamı ile Heimiezle-Meule firmasının plâtin-Altın folie amalgamı (Durocont)'dır.

Altın olarak piyasada kuru, köprü işleri için kullanılan 22 ayar altın kullanılmıştır. Katod olarak kullanılan altın elektrodular 0.5 cm., çapında 30 mikron kalınlığında dairevi diskler şeklinde hazırlanmıştır. Anod olarak kullandığımız amalgam kütleleri, penicilin şişe kapakları içenisine kapak seviyesi ile bir olana kadar kademeli kondansasyon tekniği ile kondanse edilmişlerdir. Devre bağlantısı için lâstikler kondansasyondan evvel lâstik kaidesinden delinerek içlerine çıplak tel bağlanmış şekilde amalgam ile temas sağlanmıştır.

Suni olarak hazırlanan ve oda hararetinde bulunan tükrük ortamları inkübatörde 37°'ye geldikten sonra altın-amalgam potansiyel farkı ölçümleri yapılmıştır.

Değişik PH'lardaki suni tükrükler 20 cc hacminde iyice temizlenmiş ve eter ile kurutulmuş plâstik kaplarla ölçüme hazırlanmışlar ve anod (amalgam) ile katod (altın) solüsyonla tam örtülene kadar ve aralarında 2.5 cm., mesafe bulunacak şekilde tespit edilmişlerdir.

Araştırmada kullanılan ince grenli solila amalgamı ve folie şeklindeki durocont amalgamının civa ile karıştırılma oranları ağırlık olarak

8/8, 8/9 ve 8/11 oranlarında alınmıştır. Amalgamların civa ile amalgamasyonları için De Trey firmasının 5-25 saniye arasında istenen zamana ayarlanabilen amalgamatörü kullanılmıştır. Amalgamasyon süreleri olarak 10 ve 20 saniyelik süreler kullanılmıştır. Her ölçüm için taze suni tükürük kullanılmıştır ve ölçümler kademeli kondansasyonu hemen takiben (başlangıç ölçümü) 24, 48, 120, 144 ve 168 nci saatlerde yapılmıştır.

İstatistikî analiz için step-wise regresyon analiz metodu uygulanmıştır. Burada değişkenler;

$X_1$  — Karıştırma zamanları (10-20 saniye),

$X_2$  — Amalgam civa oranları (8/8, 8/9 ve 8/11),

$X_3$  — Geçen süreler (başlangıç) 24, 48, 120, 144 ve 168 inci saat olarak alınmıştır.

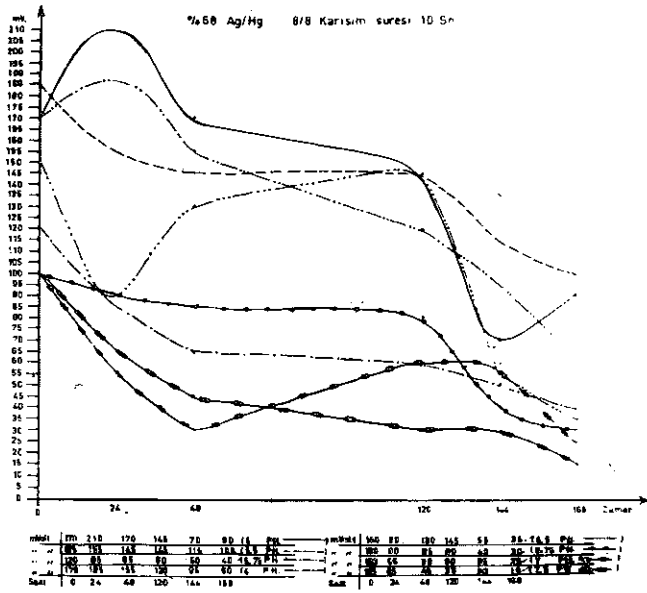
$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$  çoklu regresyon denklemi ile (29)  $X_1$ ,  $X_2$  ve  $X_3$  parametreleri en küçük kareler metoduna göre tahmin edilerek, istatistikî analizleri yapılmıştır. Parametre tahminlerinin önem kontrolleri;

$$t_{pv} = \frac{\hat{\beta} - 0}{S_{\hat{\beta}}}$$
 formülüne göre yapılmıştır. aÇlışmamızda  $p = 0.95$ ,

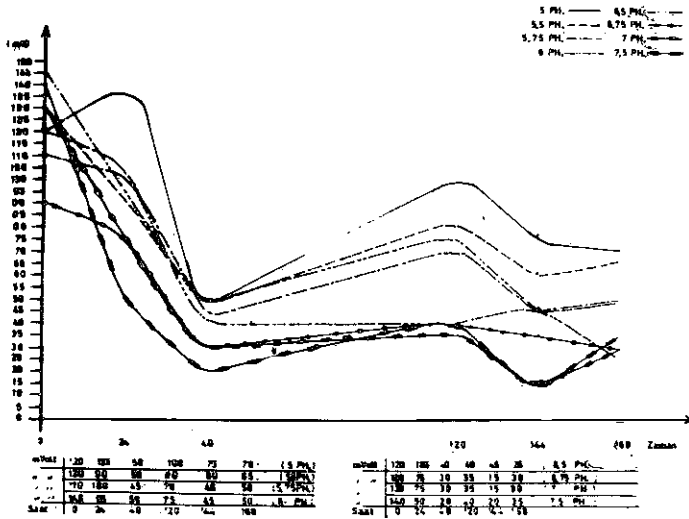
$v = 32$ 'dir.  $t_{99.32} = 2.45$  (bu değerden yüksek değerler % 99 güvenirlikle önemlidir.)  $t_{95.32} = 1.69$  (bu değerden yüksek değerler % 95 güvenirlikle önemlidir).

### Buglular :

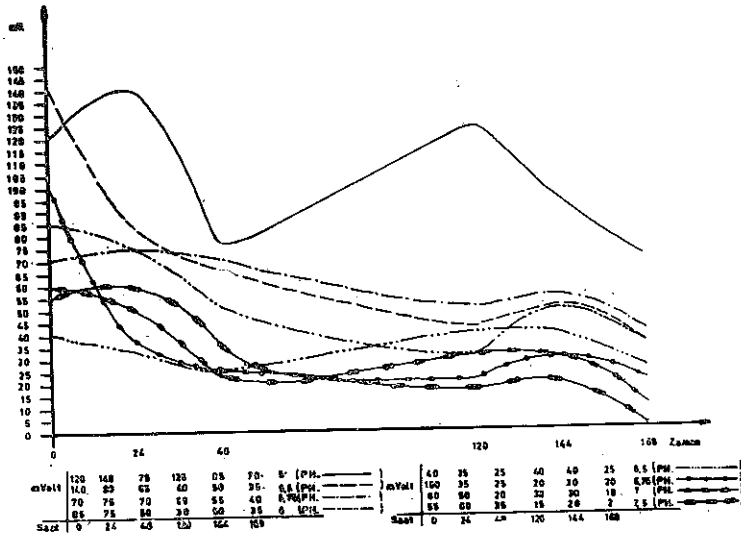
Aşağıdaki grafik ve grafik altı tablolarda metodda verilen değişkenlere göre 5-7.5 arasında değişen PH'larda altın ile amalgam arasında oluşan potansiyel farklarını milivolt olarak görmekteyiz.



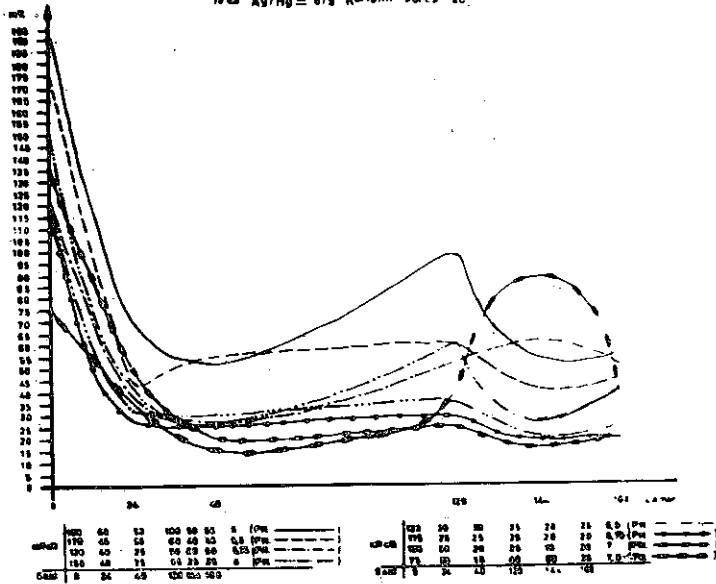
% 60 Ag/Hg 8/8 Karışım süresi 20 Sn



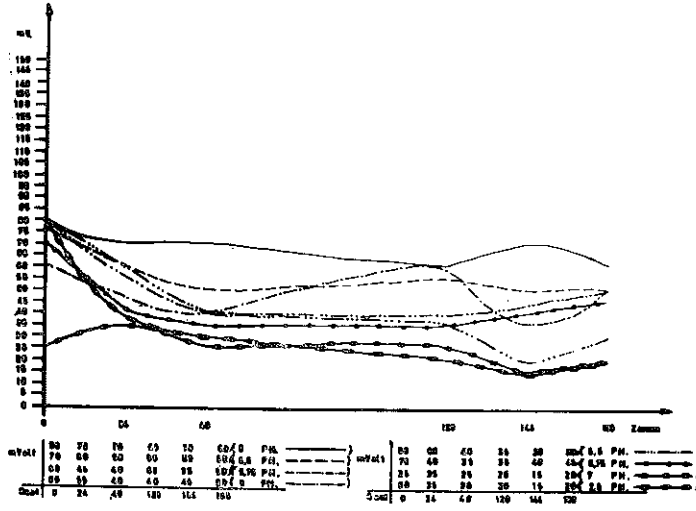
% 63 Ag/Hg = 0/3 (kararım süresi 10 Sn.)



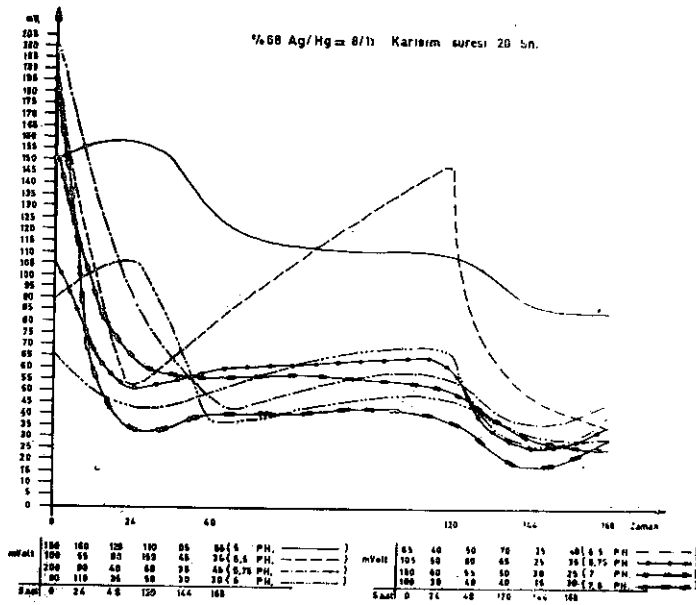
% 63 Ag/Hg = 0/3 Kararım süresi 20.



% 60 Ag / Hg = 8/11 Karışım süresi 10 Sn



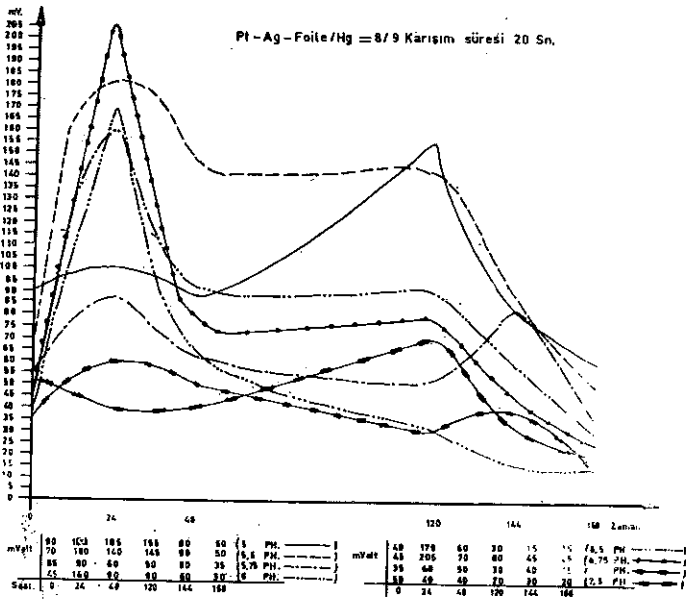
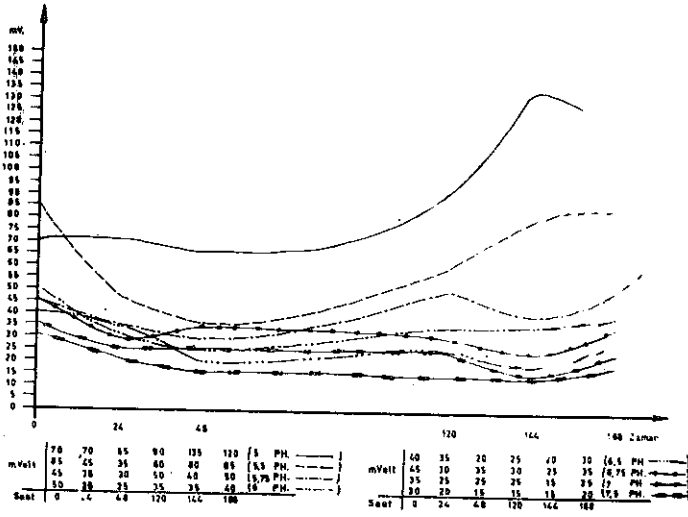
% 60 Ag / Hg = 8/11 Karışım süresi 20 Sn.



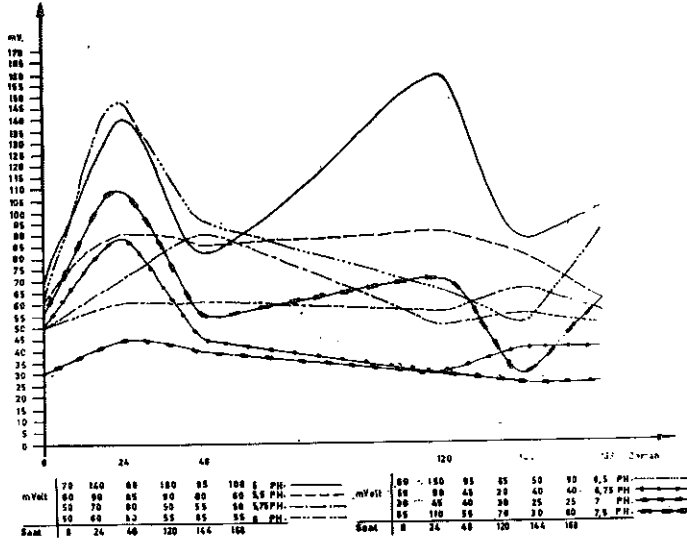




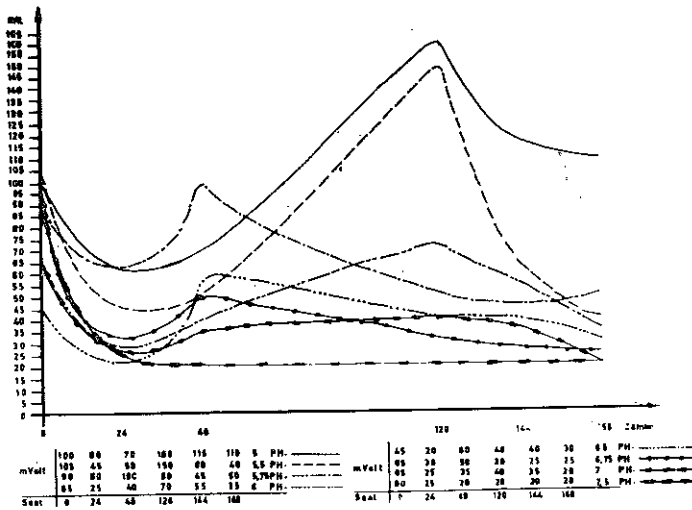
Pt - Au - Folie / Hg = 8 / 9 Karışım süresi 10 Sn.



Pt - Au - Folie/Hg = 6/11 Karşım süresi 10 Sn.



Pt - Au - Folie/Hg = 8/11 Karşım süresi 20 Sn.



Step-wise regresyon analiz metoduna göre 5-7.5 arasında değişen PH değerlerinde  $X_1$ ,  $X_2$  ve  $X_3$  için elde olunan tandanslar aşağıdaki Tablo : No. 2'de verilmiştir. 1.69'dan büyük değerler % 95 güvenlilikle önemli, 2.45'den büyük değerler % 99 güvenlilikle önemlidir.

TABLO No: 2;  $X_1$ ,  $X_2$  ve  $X_3$  değişkenlerine göre muhtelif PH'larda folie ve ince grenli amalgamların gösterdiği tandanslar :

PH	Folie Amalgam			İnce grenli Soliila Amalgam		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
5	0.80	1.34	0.47	0.55	1.69	3.51
5.5	0.19	0.66	0.94	0.59	1.82	3.33
5.75	0.39	0.59	2.04	0.96	2.41	3.81
6.00	0.45	1.15	1.36	1.45	3.21	4.39
6.50	1.86	1.24	2.43	0.80	2.30	3.45
6.75	0.70	0.11	2.86	0.23	0.70	4.84
7.00	0.45	0.94	3.44	1.70	0.71	4.64
7.50	1.24	1.23	2.77	1.44	0.23	4.02

Tandanslar % 95 güvenlilik ile verilmiştir. Bu tandanslar ince grenli soliila amalgamı için :

1 — Geçen zaman galvanik akımı negatif yönde etkilemektedir.

2 — 5,5-6,5 PH aralığında amalgam civa oranı küçüldükçe geçen zaman ile dental altın ile amalgamasında oluşan potansiyel farkı bir azalma göstermektedir.

3 — Karıştırma sürelerinin değişmesi ve 5,5-6,5 PH değerleri dışındaki PH'larda amalgam civa oranlarının küçülmesi yani civa miktarının amalgama göre artırılması galvanik akım potansiyel farkı üzerine etkili olmamaktadır.

4 — PH potansiyel farklarını etkiler görünümündedir.

5 — Ölçümlerde ilk anda yüksek milivolt değerleri elde olunmasına rağmen, ilk ölçüm değerlerinin 4 dakikada polarizasyona bağlı olarak daha küçük değerlere düştüğü ve stabilize olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu folie amalgam içinde geçerlidir.

Folie amalgam için gözlenen tandanslar ise :

1 — Geçen zaman altın ile amalgam arasında oluşan galvanik akımı negatif yönde etkiler gibi görünmektedir. Ancak, PH = 5'de geçen zaman ve diğer değişkenler potansiyel farkını etkiler gibi görünmemektedir.

2 — PH = 6,5'da yapılan ölçümlerde her ne kadar karıştırma zamanı önemli gibi görünmekte ise de, % 99 güvenilirlik seviyesinde bu faktöründe önemsiz olduğu görülür.

3 — Amalgam civa oranının küçülmesi yani, civanın artırılması, karıştırma süresinin 10 veya 20 saniye olması, galvanik akım değerleri açısından önemli değildir.

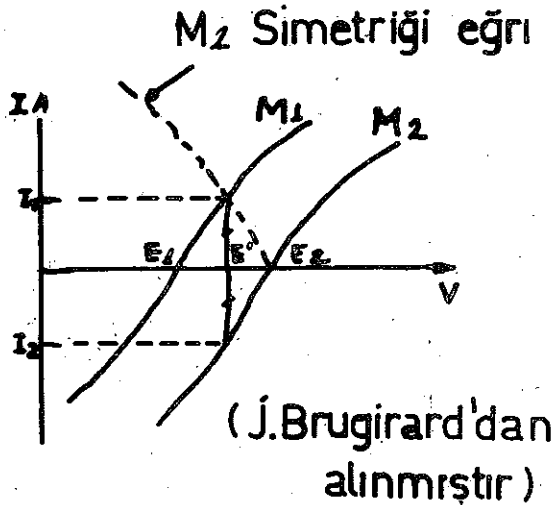
4 — Değişik PH'larda diğer faktörler (geçen süre, amalgam-civa oranı, karıştırma zamanı) aynı kalsa bile, galvanik akım değerleri farklı bulunmaktadır.

### Münakaşa :

İki metal alaşımı yapılırsa veya iki metal temasa getirilirse bu durumda dinlenme potansiyelinin iki metalden farklı bir potansiyel kazandığı tespit olunur. Hiç şüphesiz alaşımın dinlenme potansiyeline ulaşılan kadar bir akım oluşması tabiidir. Bu akım, alaşım dinlenme potansiyeline erişene dek devam eder (30).

Bir diyagram ile ifade ederseniz farklı elektro potansiyeldeki  $M_1$  ve  $M_2$  gibi iki metal çifletirildiğinde alaşımın müşterek potansiyeli E gibi bir potansiyele erişir. Burada akım şiddetleri açısından düşünülürse  $I_1 = -I_2$  şeklinde bir ilişki olduğu görülür.

DIYAGRAM No: 1; Farklı elektrik potansiyelindeki iki metalin eşlendirilmelerinde bulunan dinlenme potansiyeli :



Farklı elektrik potansiyelindeki iki metalin eşlendirilmesinde dinlenme potansiyeli  $E_1$ ,  $M_1$  metalinin  $E_2$ ,  $M_2$  metaline ait potansiyelleri,  $E'$  iki metal eşlendirildiğinde alaşıma ait  $E$  potansiyelini ifade etmektedir. Burada şu hususu belirtmek bilhassa yerinde olur. Alaşımın veya alaşım ile eşlendirilen metalin ki, bu temel bu araştırmada civadır, müşterek dinlenme potansiyeline erişene dek içsel bir akım oluşur, teşekkül eden bu içsel galvanik akım daha soy olan metal katod reaksiyonu göstermek kaydı ile daha az soy olan metalden (aktif metal) soy olan metale doğrudur. Teşekkül eden bu akım aktif metalden ayrılan elektron miktarı ile ilgilidir. Alaşım veya amalgam içinde görülen bu kısa devre galvanik akımı Evans diyagramından ekstirpolasyon yöntemi ile tespit olunabilir (30).

Araştırmamızda tespit etmiş olduğumuz gibi, altın ile bir elektrolid muvacehesinde eşlendirilen amalgamların başlangıç potansiyeli farklarının yüksek olmuş olması ve bu potansiyel farklarının geçen zamanla tedricen azalması muhtemelen amalgamdaki içsel müşterek dinlenme potansiyeline tedricen ulaşmanın bir neticesidir. Potansiyel farkının geçen zamanla azalmasında rolü olabilecek önemli bir faktör de yüzeysel korozyon ürünlerinin altın ve amalgam arasındaki akımı önlemeleridir. Nitekim geçen zaman ile amalgam yüzünde mat renkte oluşan korozyon ürünleri potansiyel farkını azaltıcı yönde etki etmektedir. Kondansasyonu takiben görülen aşırı potansiyel farkının önlenmesinde amalgamın dental vernikler ile verniklenmesi veya önce  $AgNO_3$ , daha sonra iyodür solüsyonu ile muamelesi galvanik şokile pulpanın aşırı irritasyonunun önlenmesi açısından düşünülmüş yöntemlerdir (18). Ancak, dental verniğin perfore olduğu kısımlarda küçük bir amalgam anod, altının ise, büyük bir katod sahası göstermesine bağlı olarak amalgamın perforasyon sahalarında aşırı bir korozyon gösterdiği ve polarizasyon meydana gelene kadar şiddetli bir şekilde devam ettiği Staheli ve Fraunhofer'in (31) araştırmalarında tespit olunmuştur. Altın ve amalgam arasında meydana gelen galvanik akım ayrıca dişte substrüktür olarak bir amalgam varsa ve bu amalgam direkt olarak altına temas ediyorsa yani bir siman izalasyonundan mahrumsa, bu takdirde oluşan galvanik akım amalgam yüzünde bir korozyon meydana getirecek ve bu durum, diş vital ise pulpada, vital değilse diş üzerinden periodontiumda istenmeyen patolojik değişiklikler meydana getirebilecektir.

Fraunhofer ve Staheli'nin (31) araştırmalarında sferik ve folie şeklindeki amalgamların altın muvacehesinde gösterdikleri galvanik akın değerleri incelendiğinde galvanik akım şiddetinin muhtelif  $PH'$

larda farklı değerler gösterdiği ve asid PH'dan nötr PH'ya kaydıkça teşekkül eden başlangıç akımının azaldığı ve 2.5 saat sonra da düşük seviyede stabilize olduğu tespit olunmuştur.

Araştırmamızda muhtelif PH değerlerinde galvanik akım değerlerinin farklılık gösterdiğini biz de tespit etmiş bulunuyoruz. Başlangıç galvanik akım değerlerinin 1-5 dakıkada stabilize olduğu Fraunhofer ve Staheli'nin araştırmalarında da gözlenmiştir. Biz bu stabilizasyonun ölçümü takiben 4 dakika sonra meydana geldiğini tespit ettik. Fraunhofer ve Staheli sferik amalgamlarda ölçülen başlangıç akımının folie şeklindeki amalgamlardan daha az olduğunu, ancak 2.5 saat sonra ölçülen değerlerin aynı PH'larda folie amalgamlara nazaran iki kat olduğunu tespit etmişlerdir. Staheli ve Fraunhofer'in bu ölçümleri Kcl solüsyonunun muhtelif PH'larından. Aynı araztırıcılar tükürükte yaptıkları ölçümlerde bu değerlerin folie amalgama nazaran daha düşük seviyede olduğunu belirtmektedirler.

Araştırmamızda muhtelif PH'lardaki suni tükürükte gerek folie, gerekse ince gernli amalgamlarda galvanik akım değerleri açısından büyük bir farklılık göremedik. Ancak, 5.5 - 6.5 arasında değişen PH'larda amalgam civa oranı küçüldükçe geçen zaman ile potansiyel farkının azaldığını tespit ettik.

Galvanik korozyon akımının geçen zaman ile azalması elektrod polarizasyonu ile izah edilebilir. Polarizasyon elektrodun eguilibrium potansiyelinin değişmesidir. Bu durum geçen akım ve pillenme reaksiyonunun azalması ile oluşur. Galvanik korozyonda rolü olan bir başka faktör de anod ve katod büyüklükleri arasındaki orandır. Katod olarak kullanılan altın, anod olarak kullanılan amalgamdan daha büyükse, bu takdirde anoddan katoda şiddetli bir akım (iyonlaşma) meydana geldiği görülür. Araştırmamızda gerek anod, gerekse katod büyüklüklerini yaklaşık olarak aynı aldığımızdan aşırı bir anod iyonlaşması sözkonusu edilemez. Galvanik potansiyel farkını ( $V = i \times R$ ), bir başka deyimle akım şiddetini etkileyen önemli faktörlerden biri de PH ve elektrolid kompozisyonudur. Şayet katoda meydana gelen reaksiyon bir oksijen redüksiyonu ise iki, bu durum genellikle nötral ve bazik PH'larda görülür. Katod civarındaki PH ve daha az olarak tüm elektrolid PH'si bu redüksiyon reaksiyonu ilerledikçe yükselir. Bu durum da elektrod polarizasyonunun artması şeklinde tezahür eder.

Fraunhofer (31) PH'nın nötrale yaklaşması halinde galvanik akım değerlerinde bir azalma meydana geldiğini sferik amalgam ile altın folie amalgam ile altın arasında başlangıçta teşekkül eden galvanik

akım değerleri arasındaki farklılığı bu amalgamlardaki  $8_1$ ,  $8_2$  ve  $8$  gibi komponent fazlarının farklılığına bağlamaktadır. Muhtemelen bizim yaptığımız ölçümlerde de ince grenli ve folie amalgamların aynı PH, karışım süresi, amalgam civa oranı ve karıştırma zamanlarında farklı çıkmış olması fazlar arasındaki farklılık ile izah olunabilir.

Fraunhofer (31) aynı PH değerlerinde KCl solüsyonu ve tükürük ile yaptığı ölçümlerde tükürükte daha küçük galvanik potansiyel farkı doğduğunu tespit etmiştir. Bu durum, muhtemelen tükürüğün amfoterik proteinleri taşıması veya bikarbonat ve fosfat tampon sistemlerinin inhibe edici özelliği ile izah edilebilir. Biz araştırmamızda KCl'in değişik PH'daki solüsyonlarını kullanmamış idii isek de, tükürüğün tamponlama kapasitesinin oral galvanismusu azaltıcı yönde etkilediğine inanıyoruz.

Oral galvanismusun, ağız içi bakteriler üzerinde tesirli olup olmadığı hususu da münakaşa olunabilir. Nitekim, farklı potansiyeldeki iki metal arasındaki oluşan elektrik akımının bakteri kolonileri üzerinde ne şekilde etki gösterdiği in vitro olarak Mäkilä, E., Koivumaa K. K., tarafından (32) incelenmiştir. Bu araştırmacıların bulgularına göre, streptokokus Sp üremesinin altın ve krom-kobalt arasında teşekkül eden galvanik akım sahasında her iki metalden 3 mm., uzaklaşan dairevi bir sahada tamamen inhibe olduğu tespit edilmiştir. Buna mukabil Escheria Coli, Stafilokokus aureus ve Albus gibi bakterilerin altın ve krom-kobalt parçalarının etrafında daha uzaktaki sahalardakine nazaran daha fazla çoğaldıkları aynı araştırmacılarca tespit olunmuştur. Bu araştırmanın ışığında altın ve amalgam arasında oluşan galvanik akıma bağlı olarak ağız içi bakterilerden bazılarının üremelerinin inhibe olması, bazılarının da bu metaller civarında aşırı bir üreme göstermesi muhtemeldir. Bu durum, dinamik bir denge içerisinde bulunan mikrofloranın galvanismusa bağlı olarak değişim göstermesi ile sonuçlanabilir. Literatürde gördüğümüz ve oral galvanismusa bağlı olarak oluştuğu ifade olunan ülserasyon odakları glossittis gibi iltihabi reaksiyonlar (11, 12) pek muhtemelen ağız mikroflorası eguilibriumunun bozulması ile izah olunabilir. Bu konuda Todorov (19), oluşan potansiyel farkının  $Na^+$  ve  $K^+$  gibi iyonların fizyolojik transport mekanizmasını bozduğunu ve muhtemelen korozyona bağlı olarak ortama geçen iyonların hücrel enzim sistemlerini etkilediğini ve neticede iltihaba müsait bir doku oluştuğunu ifade etmektedir.

### **SONUÇ VE ÖZET :**

Bu araştırmada farklı elektrik potansiyelindeki 22 ayar altın ve ince grenli veya folie amalgamlar arasında değişik PH'larda, değişik



amalgam civa oranlarında, değişik karıştırma zamanlarında geçen süre ile teşekkül eden galvanik akım potansiyel farkları in vitro olarak tetkik edilmiştir. Bu tetkiklerde gözlenen tandanslar :

Tandanslar % 95 güvenilirlik ile verilmiştir. Bu tandanslar ince grenli solila amalgamı için :

1 — Geçen zaman galvanik akımı negatif yönde etkilemektedir.

2 — 5,5 - 6,5 PH aralığında amalgam civa oranı küçüldükçe geçen zaman ile dental altın ile amalgam arasında oluşan potansiyel farkı bir azalma göstermektedir.

3 — Karıştırma sürelerinin değişmesi ve 5,5 - 6,5 PH değerleri dışındaki PH'larda amalgam civa oranlarının küçülmesi yani civa miktarının amalgama göre arttırılması galvanik akım potansiyel farkı üzerine etkili olmamaktadır.

4 — PH potansiyel farklarını etkiler görünümde değildir.

5 — Ölçümlerde ilk anda yüksek milivolt değerleri elde olunmasına rağmen, ilk ölçüm değerlerinin 4 dakikada polarizasyona bağlı olarak daha küçük değerlere düştüğü ve stabilize olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu folie amalgam içinde geçerlidir.

Folie amalgam için gözlenen tandanslar ise :

1 — Geçen zaman altın ile amalgam arasında oluşan galvanik akımı negatif yönde etkiler gibi görünmektedir. Ancak, PH = 5'de geçen zaman ve diğer değişkenler potansiyel farkını etkiler gibi görünmektedir.

2 — PH = 6,5'da yapılan ölçümlerde her ne kadar karıştırma zamanı önemli gibi görünmekte ise de, % 99 güvenilirlik seviyesinde bu faktöründe önemsiz olduğu görülür.

3 — Amalgam civa oranının küçülmesi yani, civanın arttırılması, karıştırma süresinin 10 veya 20 saniye olması, galvanik akım değerleri açısından önemli değildir.

4 — Değişik PH'larda diğer faktörler (geçen süre, amalgam - civa oranı, karıştırma zamanı) aynı kalsa bile, galvanik akım değerleri farklı bulunmaktadır.

Yazıda ayrıca, farklı potansiyeldeki matellerin eşlendirilmeleri ile ilgili fiziksel hususlar ve galvanizasyon ile ilgili diğer konular münakaşaya edilmiştir.

## S U M M A R Y

In the study, Galvanic currents observed between dental gold and various amalgams (fine grain amalgam and folieamalgam) in different PH's, in different amalgam-mercury ratios, trituration times and time passing after initial condensation have been evaluated in vitro. The following conclusions have been drawn from the study.

For the fine-grain amalgam;

1) Time passing after initial condensation seem to have a minimizing effect on the galvanic current measured.

2) In the PH range between 5,5 and 6,5 as the amalgam-mercury ratio decreases, potential differences between gold and amalgam seem to decrease with the time.

3) Varying trituration times, and manipulation of amalgam-mercury ratios in different PH's excluding 5,5 - 6,5 PH ranges, seem to have no significant effect on potential differences between dental gold and fine grain amalgam.

4) PH changes seem to be an important factor, in potential differences between dental gold and fine grain amalgam.

5) In the measurement of potential differences, although, at the beginning high millivoltage peaks were measured, after 4 minutes, millivoltage values showed an enormous decrease due to polarization and stabilized on values far below the initial millivoltage values. The same finding is valid for the folie amalgam.

The tendencies for folie amalgam are as following.

1) Time passing after initial condensation seem to have a minimizing effect on potential differences between dental gold and folie amalgam! However, for PH = 5, all factors involved in the study seem to have no significant effect on millivoltage values.

2) Trituration time seems to be an important factor for PH = 6,5, but on % 99 level of confidence this factor seems also to be insignificant.

3) Manipulation of amalgam-mercury ratios, trituration time have no significant effect on the potential differences between dental gold and folie amalgam.

4) PH changes seem to be important in millivoltage values between dental gold and folie amalgam. Even if, all other factors involved are kept the same. In the study, various aspects of amalgams relevant to galvanism have also been discussed.

## L I T E R A T Ū R

1 — **Lain, E. S., W. Schriever, G. S. Caughron** : Problem of electrogalvanism in the oral cavity caused by dissimilar dental metals. J. A. D. A. 27: 1965-1772, 1940.

2 — **Aasgaard, G.** : Elektrolyse i munnhulen, Norske Tannlaege foren, Tid 47: 395-403, 1937.

- 3 — **Felber, P.** : Elektrische strome im munde, Schweiz, Mschr, Zahnheilk, 48: 115-178, 1938.
- 4 — **Schoonover, I. C.** : Corrosion of Dental Alloys, J. A. D. A., 28: 1278-1291, 1941.
- 5 — **Hakata, P.** : Korroosiosta suuontelon alueella. Suom Hammaslääk Toim, 59: 76-79, 1963.
- 6 — **Marx Kors, R.** : Elektrochemische Vorgänge anmetallischen Fremdstoffen in der Mund, Deutsche zahn ärztl, Z, 19: 260-273, 1965.
- 7 — **Nachlin, J. J.** : A type of pain associated with restoration of teeth With amalgam, J. A. D. A. 48: 284-293, 1954.
- 8 — **Oehlers, F. A. C.** : Electrolytic action related with metal bridge restorations in the treatment of jaw fractures, Brit. Dent. J. 102: 494-499, 1957.
- 9 — **Mumford, J. M.** : Electrolytic action in the mouth and its relationship to pain, J. Dent. Res. 36: 632-640, 1957.
- 10 — **Rechtshaeffer, B.** : Treatment of Falvanism, J. A. D. A., 66: 708, 1963.
- 11 — **Roome, N. W. And A. A Dahlberg** : Electrochemical ulcer of the buccal mucosa Report of a case, J. A. D. D., 23: 165-167, 1936.
- 12 — **Lain, E. S., W. Schriever, G. S. Caughron** : Problem, of electrogalvanism in the oral cavity caused by dissimilar dental metallic restorations, J. A. D. A., 23: 1641-1652, 1936.
- 13 — **Ulmann, K.** : Ueber seltene und neue formen der leukoplakia mucosae oris, Wien, Klin, Wschr. 45: 840-844, 1932.
- 14 — **Farrel, J. H.** : Galvanic actions between dental restorations, Brit. Dent. J. 104: 128-129, 1958.
- 15 — **Phillips, R. W.** : Skinner's Science of Dental Materials, W. B. saunders comp. 1973.
- 16 — **Schriever, W., Diamond, L. E.** : Electromotive forces and electric currents caused by Metallic dental fillings, J. Dent, Res, 31: 205-229, 1952.
- 17 — **Philips, L. J., Philips, R. W., Schnell, R. J.** : Measurement of the electric conductivity of dental cement. IV. J. Dent. Res, 34: 839-848, 1955.
- 18 — **Pisarev, I. U.** : Possibility of influencing the bimetalism in the oral cavity, stomatologia (sofia) 54 (1), Jan-Feb. pp: 36-38, 1972.
- 19 — **Todorov, I.** : Pharmaco dynamics of metals in the oral cavity, stomatologia (sofia) 53 (4) pp: 269-275, 1971.
- 20 — **Mills, R. B.** : Study of incidence of irritation in moths having teeth filled With dissimilar metals. North west. Univ. Bull. 39: 18-22, 1939.
- 21 — **Philips, R. W., Schnell, R. J., Shafer, W. G.** : Failure of Galvanic current to produce leukoplakia in Rats. J. Dent. Res. 47: 666, 1968.
- 22 — **Johnson, L. N.** : The origin and composition, of dental amalgam contaminants.

Doctoral thesis, Univ. of Michigan, 1965. (Adapted from Skinner's dental materials)

- 23 — **Jorgensen, K. D.** : Adaptibility of dental amalgams. *Acta Odontol. Scand.*, 23: 257-270, 1965.
- 24 — **Fairhurst, C. W.** : Crystallography of dental amalgam, doctoral thesis, Northwestern University, 1966. (adapted from Skinner's dental materials).
- 25 — **Guthrow, C. E., Johnson, L. B., Lawless, K. R.** : Corrosion of dental amalgam and its component phases, *J. Dent. Res.*, 46: 1372-1381, 1967.
- 26 — **Wing, G.** : Modern concepts for the amalgam restorations, *Dent. Clin. N. Amer.*, 15: 1, Jan, 1971, pp: 43-56.
- 27 — **Nadal, R., Phillips, R. W., Schwartz, M. L.** : Clinical investigation on the relation of the mercury to the amalgam restorations., *J. A. D. A.*, 63: 488-496, 1961.
- 28 — **Carter, D. A., Ross, T. K., Smith, T. C.** : A potentiostatic study on the corrosion of dental silver, tin amalgams, *Corrosion Science*, 7: 373, 1967.
- 29 — **Fertig, J.** : Bio statistics notes, Columbia University, 1969.
- 30 — **Brugirard, J. : Bargain, R., Dupay, J. C., Mazille, H., Monnier, G.** : Study of electro chemical behavior of dental alloys, *J. Dent. Res.* 52 (4), pp: 828-36, 1973.
- 31 — **Von Fraunhofer, J. A., Staheli, P. J.** : Gold-amalgam Galvanic cells. the measurement of corrosion currents. pp. 357-62 *British Dent. J.* 132 (9), 2. May, 1972.
- 32 — **Mäkilä, E., Koivumaa, K. K.** : The effects of galvanism and electric current on bacterial growth in vitro. *SUOM. HAMMASLAK. TOIM.* 65 (3), 1969.