

## DÜNDEN BUGÜNE DENTAL AMALGAM

Tansev MIHÇIOĞLU\*

Dişhekimliği Amalgam ile etkin olarak 1826 yılında tanıştı. Daha önce Altının yerine bu türden bir oluşum düşünülmüş ise de, Amalgam ilk kez Fransız Taveau (25, 34) tarafından bu tarihte kullanılmıştır.

Tarihte 7. yüzyılda kullanıldığı belirtilmesine karşın, kesin olarak 16. yüzyılda, hem Çin hem de Almanya'da metal karışım-  
lı dolguların kullanıldığı bilinmektedir (40).

Amalgam ile ilgili kaydedilmiş en eski belgelerin 1528'de yazıldığı, takiben Li-Shi-Chen'in (1596) «Compendium of Materia Medica»sında, Kölner Pharmokopöe'de (1628), Sommerhoff'un (1701) «Lexicon Pharmaceutico - Chymicum»unda, «Opuscula Chymica Rariora»da (1719) ve Becher'in (1687) «Chymischen Glueks - Hafen»ında, Amalgama ile ilgili simgelerin görüldüğü bildirilmiştir.

17. yüzyılda Newton; bizmut, kurşun ve kalaydan 8:5:3 oranında bir alaşım oluşturmuştur. 1851 yılında D'Arcet'nin katkılarıyla kullanılan bu alaşıma, Nevrtton ya da D'Arcet Kütlesi adı verilmiş olup, Regnart tarafından cıva eklenmek suretiyle, cıva oranı % 10, erime noktası 68°C (önce 100°C) ve donma noktası 55°C olan yeni bir türe dönüştürülmüştür (40).

1948 yılında Thomas Evans, çok az kadmiyum ile kalay içeren bir amalgam sunmuştur. Ancak aşırı büzülme, çürük tekrarının önlenememesi ve kadmiyumun beklenildiği gibi renk değişmesinin önüne geçememesi nedeniyle, bizzat Evans tarafından kullanılması engellenmiştir (37, 38).

1895 yılında G.V. Black «Normal oda ısısındaki donma sürecinde genişleme yapmayan amalgam»ı ve bugüne dek önemini

(\*) G.Ü. Dişhekimliği Fakültesi öğretim Üyesi. Yrd. Doç. Dr.

aynı etkinlikte sürdürebilen Kavite Preparasyon yöntemlerini sunmuştur (9,.25, .34,40).

Amerika'da 1920 yılında hükümetin isteği, üzerine, Ulusal Standartlar Bürosu (National Bureau of Standards), dışerde kullanılan amalgamların seçimi ve sınıflandırılması üzerindeki esasları açıklamıştır. 1934 yılında düzeltilerek yeniden sunulan bu esasların, amalgamın çalışma niteliği, kimyasal bileşimi, fiziksel özellikleri ve paketlenme yöntemlerini içerdiği açıklanmıştır (25).

İlk olarak gümüş tozu ve cıvanın birleştirilmesiyle kullanıma sunulan amalgamın, geçen süre içinde karışıma artan ya da eksilen oranlarda bakır, kalay, çinko, kadmiyum ve indiyum katılmasıyla, istenen nitelikleri içermesi amaçlanmıştır (20, 26, 30).

Birçok değişimlere uğrayan amalgam alaşımlar içerdikleri metallere göre (2) ya da metal sayısına göre (23) şu şekilde sınıflandırılmıştır.

1. Amalgam alaşımlar içerdikleri metallere göre:
  - 1.1 Basit amalgamlar - bakır amalgam,
  - 1.2 Asil amalgamlar - gümüş-kalay amalgamı olarak,
2. Amalgam alaşımlar içerdikleri metal sayısına göre de:
  - 2.1 İkili (binaire) amalgamlar,
    - 2.1.1 Bakır amalgam,
    - 2.1.2 Paladyumlu amalgam,
  - 2.2 Üçlü (ternaire) amalgamlar,  
Gümüş ve Kalay amalgamı.
  - 2.3 Dörtlü (quaternaire) amalgamlar,  
Gümüş, Kalay ve Baku- amalgamı,

olarak sınıflandırılmıştır.

Günümüz şartlarında oldukça geçersiz sayılabilecek bu sınıflandırmada, amalgamların oluşturulmasında kullanılan toz alaşım bileşiklerinin genel olarak; % 66.7 - 75.5 Ag, % 25.3 - 27.0 Sn, % 0.0 -1.9 Zn içerdiği belirtilmiştir. Bunlar ortak olarak «Klasik alaşımlar», bunlardan oluşturulan amalgamlar da «Klasik amalgamlar» olarak adlandırılmışlardır (11, 26, 38,43).

İki Kanadalı Metalurjistin (32,38,41), biri klasik pul biçiminde, diğeri ise eutectic (en düşük erime noktasında birleşmiş) Ag-Cu (% 72.0 Ag, % 28.0 Cu) bileşiminin küresel şekillerinde olan bu tozları mekanik olarak kanştırmasıyla, bir yüzyıla yakın kullanılmış olan klasik amalgamlar önemli bir değışime uğramışlardır. Bu bileşimi oluşturan tozların oranı 2:1 (toz/cıva) olup, % 70.0 Ag, % 18.0 Sn, % 11.0 Cu ve % 1.0 Zn içerdiği bildirilmiştir.

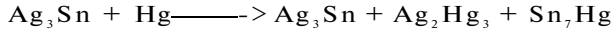
«Dispersan amalgamlar» adıyla da anılan bu türü (4,14, 38) takiben daha yüksek balar içeren diğerk amalgamlar da piyasaya sürülmüştür.

Bileşimleri, % 42.2-70.3 Ag, % 17.7 - 30.0 Sn, % 12.0 - 27.8 Cu ve % 0.0 - 0.3 Zn olan bu toz alaşımlardan biri % 3.4 indiyum içermekte olup, bu tür amalgamlar «Non-gamma-2 amalgam» olarak adlandırılmıştır (30, 38,41,44).

Klasik toz alaşımlar cıva ile karıştırıldığında, Ag-Sn sisteminin gamma ve beta fazlarına cıvanın girdiği ve genellikle  $Ag_2Hg_3$  ve  $Sn_7^*Hg$  nin oluştuğu açıklanmışlar (12,38,44).

Bu fazların oluşması, cıvanın toz alaşımları ıslatması olarak açıklanan «Amalgamasyon» ile gerçekleşmiştir (6,7,12,16, 20, 22,38,41).

Genelde bu olay şu biçimde formüle edilmiştir:



Buradaki  $Ag_3Sn$  ( $y$ ) (21,44),  $Ag_2Hg_3$  ( $y_1$ ),  $Sn_7Hg$  ( $y_2$ ) Olarak adlandırılmıştır. Bakırın da bulunduğu klasik amalgamlarda,  $Cu_3Sn$  (E) fazının varlığı da bildirilmiştir (28,29, 38).

Dispersan amalgamlarda ek olarak, parçacıkların çevresinde eutectic Ag-Cu sistemi (6,13) ve  $Ag_2Hg_3 + CusSn_5$  in tepki halkası da gösterilmiştir (21, 38).

Amalgamasyon sonucu ortaya çıkan gamma-2 fazının, basit heksagonal kristal yapıda olduğu ve % 5.0 - 12.0 oranında atomik cıva içerdiği bildirilmiştir. Bu içeriğin amalgamda % 12.0 oranına kadar çıkması nedeniyle, formülün  $Sn_7Hg$  ya da  $Sn\&Hg$  olarak geçerli olduğu açıklanmıştır. Bu fazın diğerk fazlara oranla daha zayıf olduğu ve amalgamm yaklaşık olarak % 10.0 - 15.0 ini oluşturduğu anlatılmıştır (20,22, 36).

Kullanılmaya başlandığı ilk günlerden bu yana, araştırmacılar hep daha iyi bir amalgama ulaşmaya çalışmışlardır. Başlangıçta ilkel biçimde kullandıkları metalleri zaman içinde daha bilinçli kullanarak karışıma yeni metaller eklemişlerdir. Takip eden yıllarda, birden çok metal karışımını ya da değişik oranlarda metal karışımlı amalgam türlerini tanıtmışlardır. Bu uğraşların amacı, amal gamın hazırlanması ve uygulanması anında ve uygulandıktan sonra oluşan hataları yok etmektir. Bu hatalar 3 ana faktöre bağlanmıştır (27) :

1. Amalgamın yapısına bağlı özellikler,
2. Hatalı teknik,
3. Uygun olmayan kavite preparasyonudur.

Son yıllarda, bu ana faktörlerle ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucu, gamma-2 fazının mekanik yönden zayıf ve korozyona dirençsiz olduğu saptanmıştır (3, 27, 38,41).

Metaller içindeki bozukluklar; kristal ağ yapısındaki yer değiştirmeler, hareketler ve kaymalar sonucu oluşmaktadır. Bu kuralların, amalgam için de geçerli olduğu bildirilmiştir. Bunu önleyebilmek için «Dağıtma ile güçlendirme» yöntemi ortaya atılmıştır. Bir kısım yayınlara göre, ilk olarak Innes D.B.K ve Youdelis W.V. adlı iki araştırmacı, metaller ya da amalgamlar içindeki yer değiştirmeleri önlemek için, yapıya ek maddelerin katılmasını düşünmüşlerdir. Ayrıca, amalgamın baskıya ve çekme gücüne direncinin bu maddelerin eklenmesiyle artmasını, «Bir hareketin oluşması için daha büyük bir enerjiye gerek duyulacağı» yaklaşımıyla açıklamışlardır (12,32,41).

Amalgam içindeki bu hareketleri önleyebilecek maddelerin, eutectic Ag-Cu parçacıkları olduğu belirtilmiştir. Bu parçacıklar, anlatılan yöntemde, Ag<sub>3</sub>Sn yapısında belirtilen amalgam tozuna katılmışlardır (18).

Amalgamasyon sonucu oluşan maddelerin, hem basınca hem de çekme kuvvetine karşı direnç kazandığı saptanmıştır. Bunun gerçekleşmesinde, Ag-Cu küreciMerinin dış yüzeylerinin küçük olmasının etkili olduğu bildirilmiştir. Bu dış yüzeyde bakırın kalay ile birleştiği ve Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> (n) fazım oluşturduğu ve bu fazın Ag-Cu küreciklerinin çevresini kaplamakta olduğu gözlenmiştir. Ayrıca dış yüzeyi Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> olan Ag-Cu küreciklerinin, kristal yapısı içinde kaymaları önleyerek basınca dayanıklılığı artırır-

ması yarımında, bakırın da kalayı tutarak cıva ile birleşmesini engellediği anlatılmıştır. Bu nedenle gamma-2 fazı oluşmamıştır. Bu bileşimde, korozyona en dirençsiz fazın  $Cu_6Sn_5$  olmasına karşın, gamma-2 fazının oluşturduğu ağızlaşmaların (anastomoz) ortadan kalkması nedeniyle, korozyonun alt tabakalarına etkisinin önlenemediği açıklanmıştır. Buna karşın, gamma-2 fazı içeriğini azaltarak ya da yok ederek korozyona direnci arttırdığı iddiası ile sunulan Dispersan amalgamlarla Darvell tarafından 1976 yılında yapılan araştırmada, bu türden hazırlanmış bozulma gösteren amalgam örneğinin, belli bir markaya özel olmadığı ve bozulmaya, eutectic Ag-Cu parçacıklarının hava ile teması sonunda kararmasının neden olduğu saptanmıştır. Bu tür alaşımların, asitle yıkanıp özenle kurutulması halinde tekrar kullanılabilmesi de açıklanmıştır(14).

Tornadan geçirilerek hazırlanmış (Lathe-cut) amalgamlara, bakır amalgam ya da eutectic Ag-Cu parçacıkları eklendiğinde, gamma-2 fazının önemli oranda azaltıldığı ya da yok edildiği evvelce bildirilmiştir. Gamma-2 fazı, tek karışimli (Ag-Sn-Cu) küresel alaşımdan yapılan amalgamlarda da yok edilmiştir (32). Bu tür alaşımlarda,  $Cu_3Sn$  fazının oluşacağı ve bu alaşımdaki bakırın, amalgamdaki gamma-2 içeriğini en aza indirecek biçimde  $Cu_6Sn_5$  fazını oluşturmak için, kalay ile çok az bile olsa reaksiyona giremeyeceği gösterilmiştir. Burada gamma-2 sahasının  $Cu_3Sn$  ile temasta, olduğu ve biraz da bakır içerdiği görülmüştür. Bu nedenle yeni bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntemde gamma-2 sahasındaki kalayın  $Cu_6Sn_5$  oluşturmak için  $Cu_3Sn$  ye yayılması yerine, bakırın gamma-2 sahasında doğrudan cıvanın yerine geçmesi ve  $Cu_3Sn$  fazını oluşturması, sonra da cıvanın reaksiyona girmemiş  $Ag_3Sn$  ile birleşme olasılığı belirtilmiştir. Benzer bir araştırmada, yüksek bakır alaşımların sonuçtaki karışımında, cıva ile birleşen kalayın, alaşımın 1:10 u oranında doyuma uğradığı ve ondan öte değişmediği belirtilmiş, cıva ile karıştıktan sonra kalayın bakır ile birleşerek Cu-Sn bileşiklerini oluşturduğu ileri sürülmüştür. Gereken oranda bakır olduğu sürece, kalayın cıva içinde yeterli yoğunluğa erişemeyeceği ve bu nedenle  $Sn_7Hg$  fazı oluşmasının önlenemediği anlatılmıştır. Amalgamasyon anında,  $Sn_7Hg$  fazının  $Ag_3Sn$  fazı parçacıkları üzerine ayrı cinsten toplandığı bulunmuştur. Alaşım parçacıkları  $Ag_3Sn$  ve  $Cu_3Sn$  fazlarını aynı anda içerince,  $Sn_7Hg$  fazının ikisinden biri üzerine toplanacağı açıklanmıştır.  $Sn_7Hg$  ile temasta olan  $Ag_3Sn$  fazı, amalgamasyon anında kul-

lanılırken,  $Cu_3Sn$  ve  $Sn_7Hg$  fazlarının birleşmesinden biraz  $Cu_6Sn_5$  oluşabileceği ileri sürülmüştür (18).

$Sn_7Hg$  fazı taşımayan, ya da non-gamma-2 amalgam oluşturabilmek için cıva ile birleştirilen ilk örneği Innes ve Youdelis tarafından 1963 yılında sunulmuş olan ve özellikle yüksek değerlerde baskıya dayanıklılık (Compression strength) sağlamak için yapılan bu amalgamın  $Sn_7Hg$  fazı, 1971 yılında Mahler, 1975 yılında Mahler, Adey ve Van Eysden tarafından gösterilmiştir (41).

Bir non-gamma-2 türü amalgam olan Dispersalloy, önce VWestern Metallurgical Ltd. (Kanada) tarafından üretilmiş, 1976 yılında da, Johnson and Johnson Dental Products co. tarafından üretilerek piyasaya sürülmüştür. Bu amalgamın çeşitli özelliklerini yansıtan çalışmalar günümüze dek yapılmıştır (1,4, 7, 8,10,12,13,14,17, 22, 24,31, 32, 33, 35, 41, 43).

Dispersalloy, yontularak hazırlanmış iki kısım klasik alaşım ve bir kısım Ag-Cu parçacıklarının karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Birçok araştırmada da belirtildiği gibi, non-gamma-2 amalgamın, karıştırılmamış ve tamamı küresel alaşım tozundan oluşturulabileceği, 1974 yılında Asgar tarafından gösterilmiştir (15,19,27,32).

Asgar'ın alaşımının da Dispersalloy gibi oldukça yüksek oranda bakır (% 13 ya da fazla) içerdiği ve cıva ile birleşme sırasında % 0.2 den daha az  $Sn_7Hg$  fazı oluştuğu bildirilmiştir. Son yıllarda, Dispersalloy'a ek olarak yeni türde birçok non-gamma-2 alaşımları kullanıma sunulmuştur. Bunları şöyle sıralayabiliriz :

1. Amalcap non-gamma-2
2. Ana 70 non-gamma-2
3. Indiloy
4. Luxalloy
5. Sybralloy
6. Tytin

Ayrıca cıva ile karıştırıldıklarında, % 3 - 4 oranında  $Sn_7Hg$  fazı içeren:

1. Micro II
2. Optalloy II
3. Spheriphase
4. Spheraloy

gibi değiştirilmiş klasik amalgamlar da kullanıma sunulmuştur (5,8,27).

Uluslararası standartlara uyan amalgam alaşımlarının kullanıma sunulmuş biçimi şöyle açıklanmıştır:

1. Toz şeklinde (comminuted),
  - 1.1 Kaim kesilmiş (ooarse cut),
  - 1.2 İnce kesilmiş (fine cut),
  - 1.3 Çok ince kesilmiş (micro cut),
2. Tornadan geçirilerek hazırlanmış (lathe-cut),
3. Küresel parçacıklar şeklinde (spherical).

Bu türler, toz ya da tablet şeklinde olup şu biçimlerde sunulmuştur :

1. Kütle şeklinde (bulk),
2. Önceden tartılarak ayarlanmış paketle»- şeklinde (pre-weighed packets),
3. Bir kez kullanılabilen kapsüller şeklinde (disposable capsules).

, Dış. etkenlerden oldukça iyi korunabilmesi nedeniyle, pahalı olmasına karşın Disposable kapsüllerin en uygun olduğu bildirilmiştir (6, 20, 22, 38).

Birçok evrimler geçirmesine karşın amalgamlar bugün de belli hataları içermektedir. Bunları şu şekilde sayabiliriz:

1. Boyutsal değişiklikler,
  - 1.1 Büzülme (contraction),
  - 1.2 Genişleme (expansion),
2. Dayanıklılık (strength),
  - 2.1 Baskıya dayanıklılık (compressive),
  - 2.2 Gerilme dayanıklılığı (tensile),
  - 2.3 Enlemesine dayanıklılık (transverse),
3. Basınç altında bozulma (creep) — donmakta olan amalgamda,
  - 3.1 Statik creep — sürekli basıncı altında,
  - 3.2 Dinamik creep — aralıklı basıncı altında.

4. Akma Cflow) — donmuş amalgamda,
5. Kararma (tarnish),
6. Korozyon (corrosion).

Dışhekimliğinde kullanılan amalgamların belli bir tabana oturtulması gereğinin düşünülmesiyle, gelişen tekniğe paralel olarak daha bilinçli aşamalar olmuştur. Bu konuda uluslararası düzeyde söz sahibi olan, ANSI (American National Standards Institute), ADA (American Dental Association) ve FDI (Federation Dentaire Internationale) gibi kuruluşlar, gelişmeleri yakından izleyerek dişhekimliğinde kullanılan materyaller üzerinde belli standartları saptamaktadırlar.

1977 yılında, ANSI ve ADA'nın birlikte yayınladıkları ve evvelki düzeltmelere uyum sağlayan bildiriye 1 sayılı karara göre, amalgamın şu özellikleri içermesi gerektiği bildirilmiştir (39):

1. Bileşime daha çok elastikiyet sağlamak için, kimyasal bileşiminin değiştirilmesinde bakır içeriğini arttırmak,
2. Amalgamın karıştırılması ve doldurulmasından 15 dak. sonra uygulanan gerilme deneyinin, 1 saatlik baskıya dayanıklılık deneyi ile değiştirilmesi,
3. Creep için deneyin açıklanması,
4. Alaşımların, oranlanmış kapsül ya da tabletleri ile, alaşım ve cıva kütlelerinin kontrolünün sağlanması,
5. Kimyasal bileşimin gümüş ve kalaydan oluşması; bakır, çinko, altın ve cıvanın bileşiminde bunlardan daha az oranlarda bulundurulması,
6. Alaşımın toz ya da tablet şeklinde, ya da daha önceden tartılmış kısımlarda, alaşım ve cıva içeren kapsüllerde sunulması,
7. Alaşımın, konulmuş esaslarda bildirilen şekilde, yabancı maddelerden arındırılması,
8. Bir saatlik baskıya dayanıklılık değerlerinin en az 80 MPa (mega pascal) olması,
9. Alaşım cıva oranının, 1:1 ya da 1:1.4 olmasıdır.



## ÖZET

Tarih boyunca Diş Hekimliğinde, dolgu maddesi olarak çeşitli materyaller kullanılmıştır. Bu yazımızda, kullanılmaya başlandığı tarihten başlayarak çok önem kazanan Amalgam alaşımlarının geçmişten bugüne kadar geçirdiği değişiklikler anlatılmıştır.

## SUMMARY

Dental Amalgam: From past to present.

Different kinds of materials were used in Dentistry throughout history. In this issue, the changes that amalgam alloys, which takes very important role in Dentistry starting the very first day of its use as a filling material, faced from past to present are explained.

## KAYNAKLAR

1. ASGAR, K. : Amalgam alloy with a Single Composition Behaviour Similar to Dispersalloy. Int. Assoc. Dent. Res. Abstr. No. 23, p. 60, 1974.
2. ATA, P.: Konservatif Diş Tedavisi. Yenilik Basımevi., İstanbul, Sayfa 192 - 193, 1966.
3. BARBER, T., REISBECK, M.H.: Amalgam : Past, Present and Future. JADA 86 : 863 - 869, 1973.
4. BATES, J.F., DOUGLAS, W.H.: A two-year field trial of a Disperse phase alloy. Brit. Dent. J. 149: 133 - 136, 1980.
5. BOYER, D.B., EDIE, J.W. and CHAN, K.C.: Effect of Clinical Finishing Procedures on Amalgam Microstructure. J. Dent. Res. 59: 129 - 133, 1980.
6. BROWN, D.: The Clinical Status of Amalgam. Brit. Dent. J. 141: 80-84, 1976.
7. BRYANT, R.W. and WING, G.: Mechanical Properties and Structure of Commercial Dispersion Modified Amalgams. J. Dent. Res. (Abstract) 45: 528, 1976.
8. BRYANT, R.W.: The Strength of Fifteen Amalgam Alloys. Aust. Dent. J. 24: 244-252, 1979.
9. CANNON, W.S., BROCKHURST, P. : Quintessence International Dental Digest I. Dental Standards and Selection of Dental Materials. 12: 62 - 63, 1981.
10. CIVJAN, S., BARONE, J.C. and SWARTZ, R.J.: Static Creep and Residual Mercury of Eleven Dental Amalgams. Int. Assoc. Dent. Res. Abstr. No. 22, p. 60, 1974.
11. COCHRAN, M.A., OSBORNE, J.W., WINCHELL, P.G., GALE, E.N. and PHTIJİTPS, R.W.: Clinical Performance, Creep and Microstructure in a Gamma-2 Containing Amalgam. Int. Assoc. Dent. Res. Abstr. No. 198, p. 124, 1978.

12. CRAIG, R.G. and PEYTON, F.A.: Restorative Dental Materials. Dental Amalgam Alloys. The C.V. Mosby Co., St. Louis., p. 170 - 205, 1975.
13. DARVELL, B.W.: Strength of Dispersion Alloy Amalgam. Brit. Dent. J. 141: 273-275, 1976.
14. DARVELL, B.W. : Deterioration of Dispersion - Phase Amalgam Alloy. Brit. Dent. J. 144: 181 - 184, 1978.
15. DEMAREE, N.C. and TAYLOR, D.J.: Properties of Dental Amalgams made from Spherical Alloy Particles. J. Dent. Res. 41: 890-906, 1962.
16. EDIE, J.W., BOYER, D.B. and CHAN, K.C.: Estimation of the Phase Distribution in Dental Amalgam with the Electron Microprobe. J. Dent. Res. 57: 277 - 282, 1978.
17. ESPEVIK, S. : Creep and Phase Transformation in Dental Amalgam. J. Dent. Res. 56: 36 - 39, 1977.
18. ESPEVIK, S.: Properties of Amalgams made from Lathe-cut, High Cu Amalgam Alloys. Ata Odont Scand. 38: 145-150, 1980.
19. GREASLEY, A., BAKER, D.L. : Physical Properties of Lathe-cut and Spherical Amalgams. Brit. Dent. J. 144: 303-311, 1978.
20. GREENER, E.H., HARCOURT, J.K. and LAÜTENSCHLAGER, E.P. Materials Science in Dentistry. Metals in Dentistry. The Williams and Wilkins Comp., Baltimore, 182-195, 1972.
21. GRENGA, H.E., CARDEN, J.L., OKABE, T. and HOCHMAN, R.F. : Auger Analysis of Surface Films on Ag<sub>3</sub>Sn. Int. Assoc. Dent. Res. Abstr. No. 24, p. 60, 1974.
22. American Dental Association. Guide to Dental Materials and Devices. Amalgam and Mercury. ADA, Chicago, p. 58-73, 1978.
23. GÜRKAN, S.I., SANDALLI, P., BAYTRLL G. : Diş Hastalıkları ve Konservatif Diş Tedavisi. Bozok Matbaası, İstanbul, 144, 1972.
24. Amalgam Dolgu Maddeleri ve Dispersion Alloy. HAKS Türkiye Baskısı, Tek Ofset AŞ., İstanbul, 1977.
25. HİNE, M.K. : Review of Dentistry. The C.V. Mosby Comp., St. Louis, 15-16, 1970.
26. JOHNSON, L.B. and PAFFENBARGER, G.C. : The Role of Zinc in Dental Amalgams. J. Dent. Res. 59: 1412-1419, 1980.
27. JØRGENSEN, K.D. : Recent Developments in Alloys for Dental Amalgam : Their Properties and Proper Use. Alloys for Dental Amalgams. 26: 369-377, 1976.
28. MAHLER, D.B., ADEY, J.D. and EYSDEN, J.V. : Microprobe Analysis of Amalgam I. Effect of Surface Preparation. J. Dent. Res. 52: 74-78, 1973.
29. MAHLER, D.B. and ADEY, J.D.: Microprobe Analysis of a High Cu Amalgam Alloy. J. Dent. Res. 56: 379-384, 1977.
30. MAHLER, D.B., MARANTZ, R. and ENGLE, J.H. : A Predictive Model for the Clinical Marginal Fracture of Amalgam. J. Dent. Res. 59: 1420-1427, 1980.
31. MAKINSON, O.F. and ABBOTT, J.: Vibratory Polishing of Amalgam Specimens. J. Dent. Res. Special Issue D, Vol 56, No. 7, p. 192, 1977.

32. MALHOTRA, M.I. and ASGAR, EL: Physical Properties of Dental Silver-Tm Amalgams with High and Low Copper Contents. JADA 96: 444-450, 1958.
33. NAGEM - FTLHO, H., ARAUJO, P.A., CHTODI - NETTO, J. and VIEIRA, D.F.: Tissue Reaction to Dispersion Alloy Amalgam. J. Prosthet Dent. 36: 399-403, 1976.
34. NORAS, Y.: Dişhekimliği Tarihi. H.Ü. Matbaası., Ankara. S. 30-31, 1973.
35. OKABE, T., MITCHELL, R., BUTTS, M.B., BOSLEY, J.R. and FAIR-HURST, C.W.: Analysis of Asgar-Mahler Reaction Zone in Dispersion Alloy Amalgam by Electron Diffraction. J. Dent. Res. 56: 1037-1043, 1977.
36. OSBORNE, J.W., GALE, E.N., CHEW, G.L. and RHODES, B.F.: Clinical Performance and Physical Properties of Twelve Amalgam Alloys. J. Dent. Res. 57: 983-988, 1978.
37. OTHMER, K.: Encyclopedia of Chemical Technology, Dental Materials. Wiley - Interscience Publication., New-york. 6: 807-810, 1968.
38. OTHMER, K.: Encyclopedia of Chemical Technology, Dental Materials. Wiley - Interscience Publication., New-york. 7: 481-484, 1978.
39. Revised American Dental Association Specification No: I for Alloy for Dental Amalgam. JADA 95: 614-617, 1977.
40. REETHE, P.: Geschichtliche Entwicklung der Amalgame: Dtsch. Zahnärztl. Z. 35: 443-449, 1980.
41. SOYMAN, M.: Gamma-2 Fazı Taşımayan Amalgamlar. A.Ü. Diş. Hek. - Fak. Der., 7: 85-92, 1980.
42. TAKATSU, T, IWAKU, M. and FUSUYAMA, T.: Structure and Effects of Non-gamma-2 Amalgam. J. Dent. Res. 56: 40-45, 1977.
43. WING, G. and BRYANT, R.W.: Commercial Structure Modifying Amalgams. J. Dent. Res. Special Issue D, Vol. 56, No. 8. p. 192, 1977.
44. YOUNG, F.A., WHITSDORF, H.G.F. and PAFFENBARGER, G.C.: Some Relationships Between Microstructure and Strength of Ag<sub>3</sub>Sn and Dental Amalgam. J. Dent. Res. 52: 281-290, 1973.