



149152

T.C

MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AMALGAM DOLGULAR ALTINA KULLANILAN BAZI KAİDE  
MADDELERİNİN PULPAYA CIVA GEÇİŞİNİ ÖNLEMEDEKİ  
ETKİNLİĞİNİN, A.A. SPEKTROFOTOMETRESİ İLE TAYİNİ

N. Eşber ÇAĞLAR

DOKTORA TEZİ

149152

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Serap AKYÜZ

İSTANBUL-2004

## **İÇİNDEKİLER:**

### **I. TEŞEKKÜR**

### **II. KISALTMALAR VE SİMGELER**

### **III. ŞEKİL, RESİM VE TABLOLARIN LİSTESİ**

#### **1.ÖZET**

#### **2.SUMMARY**

#### **3.GİRİŞ VE AMAÇ**

#### **4.GENEL BİLGİLER**

##### **4.1.1 Amalgam**

###### **4.1.1.1 Amalgamın tarihçesi**

###### **4.1.1.2 Amalgam dolguların avantajları**

###### **4.1.1.3 Amalgam dolguların dezavantajları**

###### **4.1.1.4 Amalgam dolguların kullanım alanları**

##### **4.1.2 Amalgamın özellikleri**

###### **4.1.2.1 Amalgamın kompozisyonu (Bileşimi)**

###### **4.1.2.1.1 Gümüş**

###### **4.1.2.1.2 Kalay**

###### **4.1.2.1.3 Bakır**

###### **4.1.2.1.4 Çinko**

###### **4.1.2.1.5 Cıva**

###### **4.1.2.2 Amalgamın sınıflandırılması**

###### **4.1.2.2.1 Alaşıma katılan toz partiküllerinin şekil ve büyüklüğüne göre**

###### **4.1.2.2.2 Alaşıma katılan bileşenlerin sayısına göre**

###### **4.1.2.2.3 Alaşıma katılan tozun partikül çapına göre**

###### **4.1.2.2.4 Alaşıma katılan tozun bakır miktarına göre**

###### **4.1.2.2.5 Alaşıma katılan tozun çinko miktarına göre**

###### **4.1.2.2.6 Alaşıma katılan asil elementlere göre**

###### **4.1.2.3. Amalgamın fazları**

###### **4.1.2.3.1 Gama ( $\delta$ ) fazı**

###### **4.1.2.3.2 Gama 1 ( $\delta_1$ ) fazı**

###### **4.1.2.3.3 Gama 2 ( $\delta_2$ ) fazı**

- 4.1.2.3.4. Eta ( $\epsilon$ ) fazı
- 4.1.2.3.5. Epsilon ( $\eta$ ) fazı
- 4.1.2.4 Amalgamın fiziksel özellikleri
  - 4.1.2.4.1 Dayanıklılık
  - 4.1.2.4.2 Boyutsal değişiklikler
  - 4.1.2.4.3 Deformasyon
  - 4.1.2.4.4 Mikrosızıntı
  - 4.1.2.4.5 Korozyon
  - 4.1.2.4.6 Renk değişimi
- 4.1.2.5 Amalgamın biyolojik etkileri
- 4.2 Cıva
  - 4.2.1.1 Elementer cıva
  - 4.2.1.2 İnorganik cıva bileşikleri
  - 4.2.1.3 Organik cıva bileşikleri
  - 4.2.2 Cıvanın biyolojik etkileri
    - 4.2.2.1. Nörotoksisite
    - 4.2.2.2 Böbreklerde fonksiyon bozukluğu
    - 4.2.2.3 İmmün sistem değişiklikleri
    - 4.2.2.4. Doğumsal etkiler
    - 4.2.2.5 Çevresel etkiler
    - 4.2.2.6 Mesleksel etkiler
- 4.3 Kaide maddeleri
  - 4.3.1 Kaide maddelerinin genel özellikleri
  - 4.3.2 Kaide maddelerinin sınıflandırılması
    - 4.3.2.1 İnce film kaideler (liners)
      - 4.3.2.1.1 Solüsyon kaideler
      - 4.3.2.1.2 Çözelti kaideler
    - 4.3.2.2 Kalın kaideler (cement liners)
    - 4.3.2.3 Siman kaideler (cement bases)
- 4.4 Cam iyonomer simanlar
  - 4.4.1 Cam iyonomer simanların kullanım alanları
    - 4.4.2.1 Cam iyonomer simanların avantajları
    - 4.4.2.2 Cam iyonomer simanların dezavantajları
  - 4.4.3 Cam iyonomer simanları sınıflandırılması

- 4.4.4 Geleneksel cam iyonomer simanlar
  - 4.4.4.1 Tip I. Yapıştırma için kullanılan cam iyonomer simanlar ( Luting cement)
  - 4.4.4.2 Tip II. Restoratif cam iyonomer simanlar ( Restorative cement)
    - 4.4.4.2.1 Estetik cam iyonomer simanlar
    - 4.4.4.2.2 Güçlendirilmiş cam iyonomer simanlar (cam cermet)
  - 4.4.4.3 Tip III. Çabuk sertleşen cam iyonomer simanlar
    - 4.4.4.3.1 Cam iyonomer esaslı kaide maddeleri
    - 4.4.4.3.2 Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler
- 4.5 Rezin modifiye cam iyonomer simanlar
  - 4.5.1 RMCİS'ların genel özellikleri
    - 4.5.1.1 Adeziv özellikleri
    - 4.5.1.2 Fluorid salınım ve çürük önleyici özelliği
    - 4.5.1.3 Klinik özellikleri
    - 4.5.1.4 Biyolojik özellikleri
  - 4.5.2 RMCİS'ların kullanım alanları
- 4.6 RMCİS kaide ve amalgam dolgu ilişkisi
  - 4.6.1 Amalgam dolgu altına RMCİS kaide kullanımının avantajları

## **5. GEREÇ VE YÖNTEM**

### **5.1 Gereç**

- 5.1.1 Etik Kurul Raporu temini
- 5.1.2 Kobay hayvan seçimi, bakım koşulları ve çalışmaya hazırlanması
- 5.1.3 Amalgam dolgu maddesi ve RMCİS kaide maddelerinin seçimi

### **5.2 Yöntem**

- 5.2.1 Guinea pig dişlerine kavite preparasyonlarının hazırlanması, kaide ve dolgu uygulaması
- 5.2.2 Guinea pig dişlerinin pulpalarının çıkartılması
- 5.2.3 Örneklerin TÜBİTAK'ta Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile cıva miktarının tayini
- 5.2.4 İstatistiksel analiz

## **6. BULGULAR**

## **7. TARTIŖMA**

7.1 Günümüzde amalgam dolgu kullanımı

7.2 Hayvan çalışmalarında kobay seçimi

7.3 Pulpa dokusunda Hg tayini

7.4 Amalgam dolguların Hg salınımı

7.5 Amalgam dolguların altına kaide maddesi uygulaması

7.6 RMCİS'ların kaide maddesi olarak kullanımı

7.7 Amalgam dolgu maddesi altına RMCİS kaide maddesi kullanılması

## **8. SONUÇ**

## **9.KAYNAKLAR**

## **10.ZGEMİŖ**



## I TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bilgi, tecrübe ve ilgisini bizden esirgemeyen Pedodonti Anabilim Dalı Başkanı **Prof.Dr. İlknur Tanboğa**'ya,

Tez çalışmalarım boyunca bana yol gösteren, destek ve katkıları nedeniyle danışman hocam **Prof.Dr.Serap Akyüz**'e,

Pedodonti eğitimime katkıda bulunan hocalarım **Prof.Dr.Lale Düzdar**, **Prof.Dr.Ali Menteş** ve **Doç.Dr.Betül Kargül**'e,

Doktora tezimin planlanmasında önerileri ile katkıda bulunan Dental Patoloji, Tedavi ve Endodonti Anabilim Dalı Başkanı (Aarhus Üniversitesi Royal Dental College, Aarhus Danimarka) **Prof.Dr. Proben Hörsted Binslev**'e,

Doktora tezimin planlanmasında önerileri ile katkıda bulunan Animal Medical Center & Unit of Oral Pathology veterinerlerinden (University Dental Hospital of Manchester Manchester, İngiltere) **Dr. David Crossley**'e

Doktora tezi laboratuvar çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen **Doç.Dr.Ayşegül Gülek** ve TÜBİTAK Gebze Araştırma Merkezi Kimya Bölümü **çalışanlarına**,

Doktora tezimin istatistiksel analizlerinin yapımı ve değerlendirilmesinde değerli katkıları nedeni ile Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Başkanı **Yard. Doç. Nural Bekiroğlu**'na,

Birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum Pedodonti Anabilim Dalı'ndaki tüm **asistan arkadaşlarıma ve çalışanlarına**,

Varlığımı borçlu olduğum **anneme** ve **babama**,

Her zaman bana destek olan sevgili **eşime** ve **oğluma**,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Dt.N.Eşber Çağlar

## II KISALTMALAR VE SİMGELER

AAS: Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi

AMG: Otometalografi

Ca: Kalsiyum

CaOH: Kalsiyum hidroksit

CİS: Cam iyonomer siman

HEMA: Hidroksietilmetakrilat

Hg: Cıva

Mpa: Megapaskal

$\mu$ g: mikrogram

RMCİS: Rezin modifiye cam iyonomer siman

ZOE: Çinko oksit öjenol

### III ŞEKİL, RESİM VE TABLOLARIN LİSTESİ

Şekil 1. Amalgam dolgulardan cıva salınım mekanizmaları

Şekil 2. Kontrol grubu pulpa Hg değerleri

Şekil 3. GC Lining LC grubu pulpa Hg değerleri

Şekil 4. Ionoseal grubu pulpa Hg değerleri

Şekil 5. Vitrebond grubu pulpa Hg değerleri

Şekil 6. Şekil 6. K, G, I ve V gruplarının farklı zamanlarda grup içi grafiksel olarak karşılaştırılması

Resim 1. Çalışmada kullanılan deney hayvanları ve yaşam alanları

Resim 2. Deney hayvanının çalışma öncesi görüntüsü

Resim 3. Deney hayvanının deneye hazırlanması

Resim 4. Çalışmada kullanılan kaide maddesi: GC Lining LC

Resim 5. Çalışmada kullanılan kaide maddesi: Ionoseal

Resim 6. Çalışmada kullanılan kaide maddesi: Vitrebond

Resim 7. Guinea pig dişlerine rubber dam uygulaması

Resim 8. Guinea pig dişlerinde kavite preparasyonu

Resim 9. Kaide maddesi uygulanması

Resim 10. Amalgam dolgu uygulanması

Resim 11. Guinea pig dişlerinin çekimi

Resim 12. Guinea pig dişi

Resim 13. Pulpa ekstirpasyonu

Resim 14. Pulpa örneklerinin toplanması

Resim 15. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi

Tablo 1. Bireysel faktörlerin amalgam dolgulardan salınan cıva miktarına etkileri

Tablo 2. Çeşitli kaynaklardan alınan tahmini günlük cıva dozu

Tablo 3. RMCİS'la cam iyonomer simanların özelliklerinin karşılaştırılması

Tablo 4. Çalışmada kullanılan kaide maddelerine ait bilgiler

Tablo 5. Kontrol grubu pulpa Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )

Tablo 6. Fuji Lining LC grubu pulpa Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )

Tablo 7. Ionoseal grubu pulpa Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )

Tablo 8. Vitrebond grubu pulpa Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )

Tablo 9. Pulpa Hg ortalama  $\pm$  SS değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ ), grup içi farklı zamanlarda karşılaştırılması

Tablo 10. Pulpa Hg ortalama  $\pm$  SS değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ ), gruplararası farklı zamanlarda karşılaştırılması



## 1. ÖZET

Amalgam; dişhekimliğinde kullanılmakta olan restoratif dolgu maddelerinin en eskisidir. Son yıllarda yapılan bir çok çalışmada amalgam dolgulardan salınan cıvanın vücuttaki emilim ve dağılımı incelenmiştir. Cıvanın genel emilim yolu akciğerlerden absorpsiyon olup; gastrointestinal sistem, oral mukoza, yada dentin yolu ile pulpa dokusuna geçerek gerçekleşebilir. Amalgam dolgu ile kavitenin pulpa duvarları arasında oluşan mikrosızıntının önlenememesi sonucu pulpaya yönelik bakteri infiltrasyonu ve kimyasal madde geçişi söz konusudur. Bu nedenle kavite için uygun bir kaide maddesi ile örtülmesi esastır. RMCİS'lar amalgam dolgular altına kullanılabilecek ideal kaide maddeleridir. Bu çalışmanın amacı günümüzde kullanılan RMCİS kaide maddelerinin amalgam dolgu uygulanımı sonrası pulpaya cıva penetrasyonunu engelleyip engellemediğini incelemektir.

Yirmisekiz adet guinea pig kobay hayvanının 112 tane kesici dişine Black V kavite hazırlanmıştır. Hayvan başına 4 tane amalgam dolgu yapılmış; biri kaidersiz, diğer üçüne 3 değişik marka RMCİS kaide maddesi (GC Lining LC, Ionoseal ve Vitrebond) kullanılmıştır. Bir, yedi, otuz ve altmış günlük takip süreleri sonunda dişler çekilerek; pulpa dokusuna geçen cıva miktarı AAS ile saptanmıştır.

Tüm gruptaki pulpa örnekleri Hg içermektedir. Grup içi değerlendirmede; Kontrol grubu, Ionoseal ve Vitrebond kaide grupları pulpa örnekleri Hg değeri 30. günde anlamlı oranda artmaktadır. GC Lining LC kaide grubu pulpa örnekleri Hg değeri 1. ve 30.gün arası anlamlı bir fark göstermiştir. Gruplar arası değerlendirmede; 1. ve 60.gün Hg değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tesbit edilmemiştir. 7. ve 30.gün Hg değerleri açısından Kontrol grubu ile GC Lining , Ionoseal ve Vitrebond kaide grupları arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Çalışmamızda RMCİS'ların kaide maddesi olarak kullanımları sonucu pulpaya Hg geçişinin tamamen önlenemediği ancak, 7. ve 30. gün değerlerinde anlamlı olmak üzere Hg geçişinin azaldığı belirlenmiştir.

## 2. SUMMARY

Over the past decades, several studies have appeared describing the absorption and distribution of mercury in the body that might have originated from amalgam restorations. The main route of mercury uptake seems to be through absorption in the lungs, but mercury is also taken up from the gastrointestinal tract, through the oral mucosa, or by penetrating the pulp through dentin. Failure to prevent communication between the amalgam restoration and pulpal walls of the cavity via microleakage, may lead to infiltration of bacteria and chemical substances into the body. For this reason and because of rapid thermal conductivity of amalgam, lining of cavities has been recommended. RMGI ( Resin modified glass ionomer ) cements are suitable candidates for lining of amalgam restorations . The aim of the present study was to evaluate whether lining of amalgam restorations with RMGI cements had any diminishing effect on the penetration of mercury into the dental pulp.

Black V cavities were prepared in 112 incisor teeth of 28 guinea pigs. Four amalgam restorations were placed per animal, one without base liner and 3 with different RMGI cements (GC Lining LC, Ionoseal and Vitrebond). Following observation periods of 1, 7, 30 and 60 days; teeth were extracted and the mercury concentration in the pulp tissue was evaluated using Atomic Absorption Spectrophotometry.

Mercury was found in the pulps of all teeth restored with amalgam. For the 30. day evaluation, statistically significant difference were found regarding the control, Ionoseal and Vitrebond groups. GC Lining LC group showed significant difference for 1. and 30. day. Repeated measures ANOVA test was applied to show time dependent, intra-group pulpal Hg content changes. For the 1. and 60. day, no significant difference was found.

It was shown that resin modified glass ionomer cements significantly diminished the transport of mercury into the pulp between day 7 and 30 days after amalgam insertion.

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

Amalgam bir veya daha fazla metalle, cıvanın yapmış olduğu alaşımdır. Amalgam dolguların 1800'li yılların başından itibaren dişhekimliğinde kullanımı, cıvanın biyolojik uyumluluğunu tartışmaya açmıştır (53,114).

Cıva toksik bir madde olmasının yanısıra; hassasiyet, nöropati ve allerjik reaksiyonlara da potansiyel teşkil eder. Amalgam dolgulardan cıva salınımı; amalgam dolgu yerleştirilmesi, kondensasyonu, işlenmesi ve sökülmesi sırasında gerçekleşir. Cıvanın vücuda geçişi akciğerlerden absorpsiyon, gastrointestinal yoldan, oral mukozadan emilim veya dentine penetrasyon yoluyla gerçekleşir. Düşük doz cıvaya devamlı maruz kalınması klinik önem taşımakta ve vücut dokularındaki cıvanın tayini hassas bir ölçüm metodu gerektirmektedir. Bir çok maddedeki cıva miktarı Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre'si (AAS) ile tesbit edilmektedir. Diş dokusu ve amalgam dolgu yüzeyi arasında gerçekleşen mikrosızıntı, metal iyonları ve korozyon ürünleri ile indirgenir. Mikrosızıntı ağız likitleri ve debrisin pulpa dokusuna doğru penetrasyonuna neden olarak pulpada irritasyon meydana getirir. Amalgam dolgu maddesinin kavite duvarları ile arasındaki uyum; post operatif hassasiyet, sekonder çürük oluşumu, dolgu kenarlarında renk değişimi ve pulpa hastalıklarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Araştırmacılar kaide maddesi kullanılmadan yapılan amalgam dolgularda pulpa dokusuna cıva geçişi nedeniyle kaide maddelerinin kullanılmasını önermektedirler (43,115).

Kaide maddeleri dolgu maddesi ve dentin (bazen pulpa) arasında kalan, pulpayı mekanik ve ısıl yönden koruyan maddelerdir. Rezin modifiye cam iyonmer simanlar (RMCİS); florid salabilme, mine ve dentin dokusuna bağlanabilme ve düşük ısıl genişleme katsayısı nedeniyle amalgam restorasyonlar altına kaide maddesi olarak kullanıma uygundur (43,105,121).

Bu çalışmadaki amacımız günümüzde kullanılan RMCİS kaide maddelerinin amalgam dolgu uygulanımı sonrası pulpaya cıva penetrasyonunu engelleyip engellemediğini incelemektir.

## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1.1 Amalgam:

Dişhekimliğinde; diş çürükleri nedeniyle ortaya çıkan madde kayıplarını telafi etmek, çürüğün ilerlemesini engellemek amacıyla kullanılan bir çok dolgu maddesi vardır. Bu maddelerin başlıcaları altın, amalgam, cam iyonomer siman, kompomer, kompozit ve porselen inleylerdir (39).

Amalgam bir veya daha fazla metalle, cıvanın yapmış olduğu alaşımdır. Dental amalgam; cıva, gümüş, kalay, bakır, çinko, ayrıca palladium ve indium içerir (53,115). Amalgam tozunun cıva ile reaksiyona girmesine **Amalgamasyon** adı verilir (35,115).

#### 4.1.1.1 Amalgamın Tarihçesi:

Amalgam, dişhekimliğinde yüz yılı aşkın bir süredir kullanılan restoratif dolgu maddesidir (15,53). Dişhekimliğinde amalgamın kullanımı Çinlilerin M.Ö. 600'de kalay ve cıva ile oluşturdukları dolgu maddesi ile başlamaktadır (32)

Bugünkü anlamda ilk amalgam dolgu, 1819 yılında İngiltere'de **Charles Bell** tarafından kullanılmıştır. Daha sonra 1826 yılında **Taveau** Fransa'da; 1833 yılında **Crawcour** kardeşler Kuzey Amerika'da amalgamı kullanmaya başlamışlardır (39). 1845 yılında **Amerikan Dişhekimliği Derneği** ( American Society of Dental Surgeons) bu dolgu maddesinin kullanımının uygun olmadığını bildirmiştir (39). Ancak 1908'de **Greene Vardiman Black** yaptığı incelemelerde, amalgamın yapı, içerik ve tekniğinde büyük gelişmeler kaydetmiştir (114).

1960'lı yıllara kadar amalgam dolgular ciddi içsel korozyona neden olmuştur. 1962 yılında Kanada'lı araştırmacılar **Youdelis** ve **Innes** yüksek bakırlı amalgam (high copper) olarak bilinen yeni bir amalgam dolgu maddesini geliştirmiş ve bu açığı kapatmışlardır (15,114).

#### **4.1.1.2 Amalgam dolguların avantajları:**

Amalgam dolguların avantajları aşağıda belirtilmiştir (17, 93,115).

- Kolay uygulanır olması
- Çiğneme basıncına karşı dayanıklı olması
- Ağız sıvılarında erimemesi
- Hassas teknik gerektirmemesi
- Ekonomik olması
- Diğer dolgu maddeleri ile kıyaslandığında 1,5- 2 kat uzun süreli klinik hizmet verebilmesi
- Biyolojik olarak uyumlu olması

#### **4.1.1.3 Amalgam dolguların dezavantajları:**

Amalgam dolguların dezavantajları aşağıda belirtilmiştir (17,115).

- Estetik olmaması
- Tutunması için uygun kavite preparasyonu gerektirmesi
- Hg içermesi
- Korozyona neden olması
- Gerilme ve koparmaya dayanıksız olması
- Isı ve elektrik akımını iletilmesi

#### **4.1.1.4 Amalgam dolguların kullanım alanları:**

Amalgam dolgular aşağıda belirtilen diş yüzeylerinde kullanıma uygundur (53).

- Süt dişi Black I kavitelemi
- Süt azı dişi iki yüzölü Black II kavitelemi
- Daimi diş Black I kavitelemi
- Daimi küçük azı Black II kavitelemi
- Daimi azı Black II kavitelemi

- Daimi diş Black V kaviteleri

#### 4.1.2 Amalgamın özellikleri:

Amalgamın genel özellikleri aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir.

##### 4.1.2.1 Amalgamın Kompozisyonu (Bileşimi):

Amalgam toz ve likit kısımdan oluşur. **American Dental Association (ADA)** Specification No. 1'e göre amalgam; gümüş, cıva, kalay, bakır ve çinko' dan oluşur. Toz kısmı % 68 gümüş, % 25 kalay, % 6 bakır ve % 1 çinko; likit kısmı ise cıva içerir. Bu maddelerin amalgam dolguya verdikleri özellikler aşağıda sıralanmaktadır (15,93).

##### 4.1.2.1.1 Gümüş:

Amalgam içerisinde % 66-73 oranında bulunur. Amalgamın genişmesini (ekspansiyon), dayanıklılığını artırır. Deformasyonu (creep) ve sertleşme zamanını kısaltır (53,93).

##### 4.1.2.1.2 Kalay:

Amalgam içerisinde % 25-27 oranında bulunur. Kalay; amalgamın sertleşme zamanını artırır, bu nedenle amalgam kondenzasyonu ve işleme süresi uzar.

##### 4.1.2.1.3 Bakır:

Amalgam içerisindeki oranı % 6'dır. Bakır; amalgamın dayanıklılık ve genişmesini artırma özelliğine sahiptir. % 6 veya daha az bakır içeren amalgamlar **düşük bakırlı amalgam** olarak adlandırılır. Bu tip amalgam geleneksel amalgam olarak bilinir. Bakır içeriği belirtilen orandan yüksek olan amalgamlara **yüksek bakırlı amalgam** adı verilir (15).

#### 4.1.2.1.4 Çinko:

Amalgam içerisinde % 1 oranında bulunur (62). Çinko, amalgam üretimi esnasında ortaya çıkan metal oksidasyonunu indirger. Ancak çinko oksidasyonu önler görünmekle beraber, nemle karşılaştığında amalgamın gecikmiş genleşmesine de neden olur (119). Belirtilen miktardan az çinko içeren amalgamlar **çinkosuz amalgam** olarak adlandırılır. Çinkolu amalgamlar ise % 1 'den fazla çinko içeriği olan amalgamlardır.

#### 4.1.2.1.5 Cıva:

Amalgamın ağırlığının % 43-54,5'ni oluşturur. Cıva; güvenlik ve standardizasyon açısından ADA Specification No.6 sertifikalı olmalı, kimyasal olarak saf ve yüzeysel debris bulunmamalıdır (32).

#### 4.1.2.2 Amalgamın sınıflandırılması:

##### 4.1.2.2.1 Alaşıma katılan toz partiküllerinin şekil ve büyüklüğüne göre:

Amalgam dolguların partiküllerinin şekil ve büyüklüğü ile ilgili ilk tanımlama **Gray** (60) tarafından 1921 yılında yapılmıştır.

Amalgam dolgular, alaşıma katılan toz partiküllerinin şekil ve büyüklüğüne göre 3 gruba ayrılır. Küresel tip (spheric), talaş tip (lathe cut) ve küre ve talaş birarada (admixed) olarak sınıflandırılırlar (15,93). 1960'lı yıllara kadar kullanımı yaygın olan geleneksel talaş tip; 60-120 µm boyu, 10-70 µm eni, ve 10-35 µm kalınlığa sahip partiküllerden oluşmaktadır ve ortalama partikül boyutu 30 µm'den küçüktür. Geleneksel amalgamlar gamma ve epsilon fazlarını içerir ve artık günümüzde kullanılmamaktadır. Küresel tip, 1960'lı yıllardan sonra geliştirilen, ortalama partikül boyutu 40-50 µm arası olan tiptir. Küresel tip kondensasyona daha az direnç gösterir ve kavite duvarlarına daha iyi adapte olur. Ancak küresel tip partiküllerden oluşan amalgam dolguların daha fazla kenar sızıntısı meydana getirdiği bildirilmiştir (119). Son yıllarda yaygın olarak yüksek bakırlı amalgam dolgular kullanılmaktadır. Yüksek

bakırlı admixed tip ( geleneksel ve Ag-Cu ötetik) amalgama örnek **Dispersalloy** verilebilir (15).

**Neme ve ark** (111) yaptıkları bir çalışmada, küresel tip alaşımların admixed tip alaşımlara göre daha az cıva buharı saldığını belirtmişlerdir.

#### **4.1.2.2.2 Alaşıma katılan bileşenlerin sayısına göre:**

Amalgam dolgular, içerdikleri bileşenlerine göre isimlendirilebilirler. Bileşenlerden ikili alaşımlar ( binary alaşım) gümüş ve kalay ; üçlü alaşımlar ( tertiary alaşım) gümüş kalay ve bakır ; dördü alaşımlar ( quaternary alaşım) ise gümüş, kalay, bakır ve indium içermektedir (15).

#### **4.1.2.2.3 Alaşıma katılan tozun partikül çapına göre:**

Amalgam dolgular, içerilerine katılan tozun partikül çapına göre partikülleri küçük ( micro cut), ince ( fine cut) ve kalın ( course cut) olmak üzere 3 gruba ayrılır (93).

#### **4.1.2.2.4 Alaşıma katılan tozun bakır miktarına göre:**

% 6 veya daha az bakır içeren alaşımlar **düşük bakırlı amalgam** , bu orandan daha fazla bakır içeren alaşımlar ise **yüksek bakırlı amalgam** olarak adlandırılır (119) Düşük bakırlı amalgam: % 63-70 gümüş, % 26-28 kalay, % 2-5 bakır içerir. Yüksek bakırlı amalgam ise % 40-60 gümüş, % 22-30 kalay, % 12-30 bakır içerir.

#### **4.1.2.2.5 Alaşıma katılan tozun çinko miktarına göre:**

Çinko içermeyen (non-zinc) ve çinko içeren (zinc) amalgamlar olarak sınıflanır. Çinko içeren amalgamların daha uzun ömürlü oldukları bildirilmiştir (119). Ancak çinko oksidasyonu önler gibi görünmekle beraber, nemle karşılaştığında amalgamın gecikmiş genişlemesine neden olur. Bu durum klinikte hastada işlem sonrası ağrı ve amalgam dolguda korozyonla sonuçlanır. Çinko içermeyen amalgamların seçimi genişmeden kaçınma prensibine dayanmaktadır (119).

#### 4.1.2.2.6 Alaşıma katılan asil elementlere göre:

Palladium, indium, kadmium, veya platin gibi metal tozlarıyla alaşım haline getirildiğinde oluşan amalgam **Asil-Metal alaşım** olarak değerlendirilir (62).

#### 4.1.2.3. Amalgamın fazları:

##### 4.1.2.3.1. Gama ( $\delta$ ) fazı:

Geleneksel amalgamın gümüş-kalay yapısı Gama Fazı ( $\delta$ ) olarak adlandırılır Oluşturduğu kısımlar dolgunun en dirençli kısımlarıdır (53).

##### 4.1.2.3.2. Gama 1 ( $\delta_1$ ) fazı:

Cıvanın Gama fazı ile reaksiyona girmesi sonucu gümüş-cıva ( $\delta_1$ ) fazı oluşur Oluşturduğu kısımlar dolgunun en dirençli kısımlarıdır (53).

##### 4.1.2.3.3 Gama 2 ( $\delta_2$ ) fazı:

Cıvanın Gama fazı ile reaksiyona girmesi sonucu kalay-cıva ( $\delta_2$ ) fazı oluşur Korozyona en yatkın fazdır ve bu fazın olduğu bölgeler dolgunun dayanıksız bölgeleridir (53,114).

##### 4.1.2.3.4 Eta ( $\epsilon$ ) fazı:

Yüksek bakırlı amalgamlarda; bakır önemli rol oynadığı için, kalay bakırla reaksiyona girme eğilimi gösterir. Kalayın bakırla oluşturduğu yapıya Eta ( $\epsilon$ ) fazı adı verilir ve kalay ile cıva reaksiyona giremediği için  $\delta_2$  fazı oluşumu engellenir (39).

##### 4.1.2.3.5 Epsilon ( $\eta$ ) fazı:

Yüksek bakırlı amalgamlarda bakır-kalaydan oluşan epsilon ( $\eta$ ) fazı mevcuttur (15).

#### 4.1.2.4 Amalgamın fiziksel özellikleri:

Amalgamın fiziksel özellikleri ADA tarafından standardize edilmiştir. 1 saatlik basınca karşı direnci en az 80 Mpa, %3'ü aşmayacak creep,  $\pm 20 \mu\text{/cm}$  boyutsal değişimlik sınır teşkil etmektedir (15,93). Amalgamın fiziksel özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

##### 4.1.2.4.1 Dayanıklılık:

Amalgamın dayanıklılığı; cıva ve amalgam tozunun karıştırılması,  $\delta_2$  fazı, ısı kondenzasyon, korozyon, partikül şekli ve boyutu, partiküller arası uzaklık ve porozite'den etkilenir. Dolgunun uygulanmasını takiben geçen bir kaç saat içerisinde dayanıklılık oldukça düşüktür. Dayanıklılık açısından yüksek bakırlı amalgamlar, düşük bakırlı amalgamlara oranla daha üstündür.

ADA önerilerine göre amalgam karıştırıldıktan 15 dk sonra  $20.3 \text{ kg/cm}^2$ , tam sertleştikten sonrada  $497 \text{ kg/cm}^2$  çekme kuvvetine sahip olmalıdır (93).

Osborne (115) amalgamın basınca olan dayanıklılığını  $3185 \text{ kg/cm}^2$  olarak belirlemiştir

##### 4.1.2.4.2 Boyutsal değişimler:

Amalgam dolgunun  $\text{mm}^2$ 'sine gelen basınç 40-50 kg arasındadır. Amalgam boyutsal olarak büzülme veya genişleme şeklinde değişimliğe uğrar. Amalgamdaki boyutsal değişimler amalgamın partikül yüzeyi ve boyutu, cıva içeriği, fazı, kondenzasyonu, tritürasyonu (el ile karıştırma) ve tükürükle yakın ilişkilidir. Genel olarak amalgamın  $\pm 20 \mu\text{/cm}$  boyutsal değişimliği kabul edilir. Aşırı genişleme sonucu dolgunun pulpa üzerine basıncı artarak; dolgu sonrası ağrı oluşabilir veya diş dokusunda kırılma görülebilir. Aşırı büzülme sonucu ise dolgu ile kavite duvarı arası boşluk oluşarak mikrosızıntı meydana gelir (115).

#### 4.1.2.4.3 Deformasyon:

Metallerin belirli basınçlar altında kaldıklarında sürekli olarak deformasyona uğramasına **creep**, bu basınçlar altında gözlenen çap değişikliklerine ise **akıcılık (flow)** adı verilir. Creep, maddelerinin viskoelastisitetlerine bağlıdır (53). Düşük bakırlı amalgamlar, yüksek bakırlı amalgamlara oranla daha fazla creep gösterir. Creep azaldıkça amalgam dolgunun kenar uyumu artar, arttıkça kenarlarda kırılmalar gözlenir (15,93). Bu sebeple, creep ile marjinal dolgu kenarlarının kırılması birbiri ile ilişkilendirilebilir (94).

#### 4.1.2.4.4 Mikrosızıntı:

Dolgu maddelerinin boyutsal değişim katsayıları (büzülme, genişleme) diş dokusundan farklı olduğundan hiçbiri kavite kenarına tam bir uyum sağlamaz. Diş dokusu ve dolgu maddesi arasında meydana gelen bu boşluğa **microgap** adı verilir. Diş dokusu ve amalgam dolgu yüzeyi arasında gerçekleşen mikrosızıntı, metal iyonları ve korozyon ürünleri ile indirgenir. Mikrosızıntı ağız likitleri ve debrisin pulpa dokusuna doğru penetrasyonuna neden olarak pulpada irritasyon meydana getirir. Amalgam dolgu maddesinin kavite duvarları ile arasındaki uyum; post operatif hassasiyet, sekonder çürük oluşumu, kenarlarda renk değişimi ve pulpa hastalıklarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (147).

#### 4.1.2.4.5 Korozyon:

Korozyon; bir metalin çevrede bulunan metal olmayan bir elementle reaksiyona girmesi sonucu kimyasal bir bileşik oluşturarak aşınmasıdır (32,39). Hayat boyunca bireylerin ağızlarına yerleştirilen amalgam dolgulardan salınan cıva miktarı korozyon nedeniyle minimal düzeyde gerçekleşir (37). Amalgam dolgu maddesi, kimyasal veya elektrokimyasal yollarla delikli ve süngerimsi hale gelerek mekanik direncini kaybeder. Korozyonu etkileyen faktörler; amalgam yüzeyinde koroziv ürünlerden oluşan koruyucu bir tabaka meydana gelmesi, salınan cıvanın varlığı ve  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  fazlarının oluşmasıdır (37).

Eley (41) yüzeydeki koruyucu tabakanın; diş fırçalama, ağız içi pH değişiklikleri ve çiğneme faktörleri nedeniyle etkilenmekte olduğunu, amalgam dolgudan Hg salınımını arttırdığını bildirmiştir. Koroziv fazlar; düşük bakırlı amalgamlarda  $\delta_2$  fazı, yüksek bakırlı amalgamlarda ise  $\epsilon$  fazıdır. Zamanla metalik iyonlar ve korozyon ürünleri amalgam dolgu ile diş yüzeyi arasını doldurarak mikrosızıntıyı engeller.

#### 4.1.2.4.6 Renk değişimi:

Amalgamın kondensasyonu sırasında ve sonrasında fazla cıva ve diğer metalik iyonlar (başlıca kalay olmak üzere), en az direnç gösteren yöne, periodontal aralık ve gingivaya doğru yönelir ve **amalgam tattoo** adı verilen renklenmelere neden olur (5,38,122) Ayrıca amalgam korozyonuna karşı gingiva reaksiyon verebilir yada kaza sonucu subgingival amalgam kondensasyonunda belirtilen tattoolara neden olabilir (15).

**Mc Donald ve Avery (94)** amalgam dolgu altına kavite cilalarının uygulanmasının belirtilen renklenmeleri önleyebileceğini bildirmişlerdir.

#### 4.1.2.5 Amalgamın biyolojik etkileri:

Amalgamın sağlık üzerine olan etkileri söz konusu olduğunda konuya iki yönden yaklaşmak gerekir. Birincisi, amalgam dolgu yapılan hasta grubu; ikincisi ise amalgam dolgu yapan ve söken hekim ile yardımcı personelidir (119). Toksik etkinin gerçekleşmesi için ortamda yüksek dozda Hg olması gerekmesine karşın; amalgam dolgulardan serbestleşen minimal miktardaki Hg insan vücudu için söz konusu olan riski oluşturmamaktadır. Amalgam dolgular söküldükten sonra hastaların ve hekimlerin kan Hg değerlerinde artış olmaktadır. Buna karşın Hg'nin vücuda girmesi için sadece amalgam dolgulara ihtiyaç yoktur. Günlük hayatta Hg hergün su, hava, ve gıda yoluyla alınmaktadır (42).

İngiltere'de Britanya Pedodonti Derneği (**British Socceity of Pediatric Dentistry**), 2001'de amalgam kullanımı hakkında milli bir görüş belirlemiş ve amalgamın kullanımının uygun olduğunu bildirmiştir (16).

## 4.2 Cıva:

Cıva; çeşitli amaçlarla tıpta, tarımda ve kimya endüstrisinde kullanılan bir elementtir. Şarap renklendirilmesi, elektrik sanayi ürünleri, çimento, dental amalgam, deri pomatları, diüretikler, fungusit, kontak lens solusyonları, havaifişek, laksatifler, tahta koruma malzemeleri, termometre, seramik, ve sifigmomanometre yapımında cıva kullanılmaktadır (115).

Cıva buharı, kokusuz, renksiz ve yüksek buhar basıncına sahiptir. **Osborne** (115) amalgam dolguları bulunan bireylerin soludukları günlük Hg dozunu 1,7 µg olarak belirlemiştir. Belirtilen bu doz hava, su ve beslenmeyle alınan günlük Hg dozunun %10'unu oluşturmaktadır (114).

Amalgam dolgudan salınan cıva iki formda yada herhangi biri şeklinde açığa çıkar. Bunlardan birincisi cıva buharı ( $Hg^0$ ), diğeri ise cıva iyonları ( $Hg^{+2}$ ) şeklindedir.  $Hg^0$  ağız içine salınımı sonrası tükürüğe geçerek  $Hg^{2+}$  formuna dönüşebilir yada havaya geçerek akciğerlerce emilir.  $Hg^{+2}$  ayrıca amalgamın korozyonu sonucu ortaya çıkan metalik ürünlerden de birisidir (133).  $Hg^{+2}$  tükürüğe geçer ve gastrointestinal sistemde emilir (41). Amalgam dolgulardan salınan cıvanın vücuda muhtemel geçiş yolları akciğerler, böbrekler, gastrointestinal sistem, oro-nazal kavite, beyin, pitüer bezler, dentin dokusu yoluyla pulpa, mukoz membranlar ve gingiva dokusudur (38,40,43,62,71,108,109,131,137). Cıva biyolojik olarak en sık kan ve idrarda saptanır (37,149).

Dişhekimliği uygulamaları esnasında salınan cıva miktarını azaltmak için öncelikle işlemler esnasında salınan Hg miktarını bilmek gerekir. Dişhekimleri açısından incelendiğinde, amalgam dolgulardan Hg salınımı; amalgam dolgu yerleştirilmesi, kondensasyonu ve işlenmesi sırasında gerçekleşir. Ayrıca amalgam dolguların yüksek devirli turlarla sökülmesi sonucu cıva buharı ve cıva içerikli toz açığa çıkar (37).

**Eley** (40), tritürasyonda 1-2 µg, amalgam dolgu uygulama esnasında 6-8 µg, kuru cilalamada 44 µg, ıslak cilalamada 2-4µg, dolgu sökümünde 15-20 µg Hg salındığını bildirmiştir. Dişhekimleri ve dental personel sürekli olarak hergün Hg'ya maruz

kalmaktadır. Hg ayrıca kişiye özgü faktörler olan beslenme, sakız çiğneme ve fırçalama yoluyla da salınmaktadır (42) (Tablo 1) .

**Berdouses ve ark** (6) in vitro olarak yaptıkları çalışmalarında, **Eley**'in aksine fırçalama sonucu salınan Hg miktarını sakız çiğnemeyle salınan Hg'ya oranla daha yüksek seviyede belirlemişlerdir.

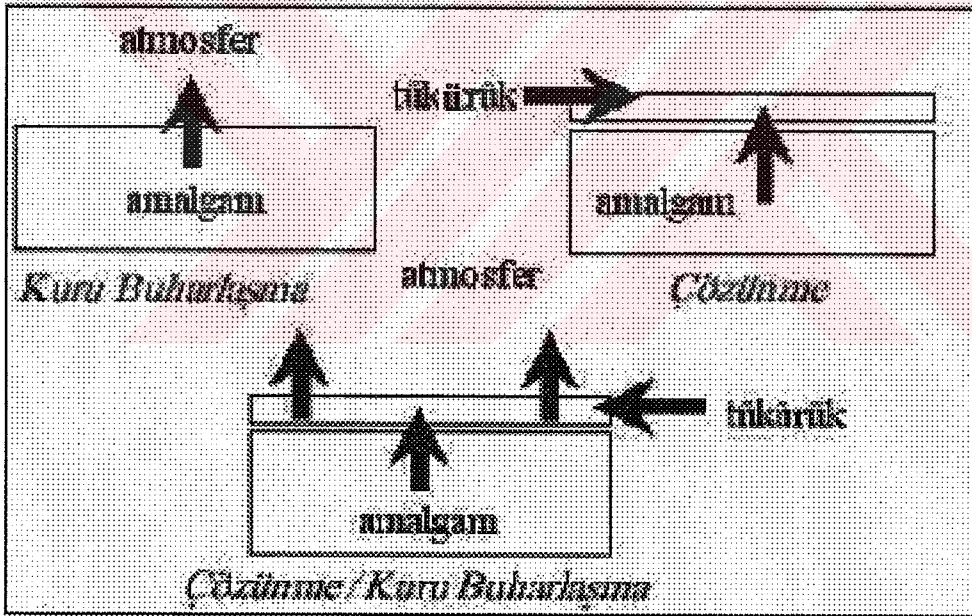
**Marek** (87) yaptığı bir çalışmada, amalgam dolgudan salınan cıvanın salınım mekanizmasını in vitro olarak test etmiştir. Araştırmacı ağız içi şartlarda amalgam dolgu yüzeyi genellikle ıslak bulunduğundan Hg'nin kuru buharlaşmasının ancak gece uyurken minimal düzeyde gerçekleşebileceğini bildirmiştir. Araştırmacı **Kuru buharlaşma-çözünme** mekanizmasının cıva salınımında en geçerli mekanizma olduğunu belirtmiştir (Şekil 1).

**Okabe ve ark** (113) yaptıkları çalışmada, yüksek ve düşük bakırlı amalgamları, 6 gün ve 1 ay süreyle deiyonize su ve asidik çözeltide bekletmişler ve AAS yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmacılar amalgam dolgulardan çözünme yoluyla cıva salınımının en fazla yüksek bakırlı amalgam dolgulardan, asidik çözeltide gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

**Berdouses ve ark** (6) in vitro olarak yaptıkları çalışmalarında, yapay ağız ortamında geleneksel ve yüksek bakırlı amalgam dolgu yapımı sonrası; çiğneme ve fırçalama işlevlerine bağımlı olarak geleneksel tip amalgamdan salınan Hg miktarı yüksek bakırlı amalgamdan salınan Hg'ya oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulmuşlardır.

**Tablo 1. Bireysel faktörlerin amalgam dolgulardan salınan cıva miktarına etkileri**

Faktör	Etki katsayısı
Sıcak-soğuk içecek	x0
Elma	x0
Yumurta	Hg salınımı azalır
Bisküvi	Hg salınımı artar
Sakız çiğneme	x5.3
Fırçalama	x1.9



**Şekil 1. Amalgam dolgulardan cıva salınım mekanizmaları (87)**

Cıva; elementer cıva, inorganik cıva tuzları ve organik cıva bileşikleri olarak 3 gruba ayrılır (38,78,140).

#### **4.2.1.1 Elementer cıva:**

Metalik cıva olarak da adlandırılan elementer cıva; özellikle amalgam dolgu uygulanımı ve maden çıkartma-işleme sanayiinde ortaya çıkmaktadır. Solunan cıva buharının % 80-100'ü alveollerden kan dolaşımına katıldığı için akciğerler yoluyla emilimi gastrointestinal kanaldan emiliminden % 0.01 fazladır. Emilen cıva kan-beyin bariyerini ve plasentayı kolaylıkla geçer. Elementer cıva, plazma ve eritrositler arasında eşit olarak dağılır. Yarılanma ömrü 50-60 gün olup, dışkı ve idrar yoluyla vücuttan atılır (38).

#### **4.2.1.2 İnorganik cıva bileşikleri:**

İnorganik cıva bileşiklerinin ana salınım kaynağı amalgam dolgulardır (55) Akciğerlerden %80 ve mide-bağırsaklardan %7 emilerek, özellikle böbreklerde birikir İnorganik cıva kan-beyin bariyerini düşük oranda geçebilir. Yarılanma ömrü 40 gün olup, dışkı ve idrar yoluyla vücuttan atılır. İnorganik cıva bileşiklerinin ana hedefi santral sinir sistemi ve prenatal yaşamda fetüştür (78) .

**Leistevuo ve ark** (78) yaptıkları çalışmada, amalgam dolgulu ve dolgusuz bireylerin tükürüklerindeki inorganik cıva miktarlarını araştırmışlardır. Çalışmada amalgam dolgulu bireylerin AAS yöntemi ile belirlenen inorganik cıva düzeyleri amalgam dolgusu olmayan bireylerin cıva düzeylerine oranla yüksek olarak belirlenmiştir.

**Geijersstam ve ark** (55) yaptıkları araştırmada, tek doz amalgam alınması sonrası Hg'nin mide-bağırsaklardan emilimini AAS metodu ile incelemişler, emilimin düşük miktarlarda olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu sonucun pratikte dolgu sökümü esnasında önem taşıyabileceğini vurgulamışlardır.

#### 4.2.1.3 Organik cıva bileşikleri:

Amalgam dolgular organik Hg salınımı yapmamakla birlikte saldıkları inorganik Hg çevre ve oral bakterilerce organik Hg'ya dönüştürülmektedir (156). Canlılarda bulunan organik Hg metil Hg içerir. Metil Hg, tüm cıva formları arasında toksisitesi en yüksek olanıdır (78). Organik Hg bileşikleri bağırsak yoluyla % 95-98 emilir (55). Hg bileşikleri, eritrosit membranı yolu ile hemoglobine bağlanır, plasental ve kan-beyin bariyerini geçerek böbrek ve santral sinir sisteminde birikir (30). Yarılanma ömrü 60-70 gündür.

**Leistevuo ve ark (78)** amalgam dolgulu ve dolgusuz bireylerin tükürüklerindeki organik cıva miktarlarını araştırmışlar ve amalgam dolgulu bireylerin AAS yöntemi ile belirlenen organik cıva düzeylerinin amalgam dolgusu olmayan bireylere oranla yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

#### 4.2.2 Cıvanın biyolojik etkileri:

##### 4.2.2.1 Nörotoksisite:

Cıva, santral sinir sistemi için toksik olduğu belirlenmiş bir elementtir (143). Ölümcül dozu 1-4 gr/gün'dür. Cıva buharının emilimi sonucunda, cıvanın bir bölümü eritrositlerde elementer cıva olarak kalır. Cıva birikimi sonucu baş ağrısı, titreme, uykusuzluk, depresyon, isteksizlik, alerji, irritasyon, halüsinasyon bildirilmiştir. Cıvanın beyinde yarılanma ömrünün 21 gün olduğu saptanmıştır (38).

Otistik çocuklarda cıva ve diğer ağır metallerin normal çocuklara oranla daha yüksek miktarlarda bulunduğu bilinmektedir. **Osborne (116)** teneffüs ettiğimiz hava, balık ve benzeri besinlerle beslenmek, içtiğimiz su kaynaklarının da Hg içerdiğini ve Hg ile otizmi birbiri ile direkt ilişkilendirmenin anlamlı olmadığını bildirmiştir.

**Lobner ve Asrari (83)** yaptıkları bir araştırmada amalgamın kortikal hücre kültürleri üzerine toksik bir etkisi olup olmadığını ve bu toksisitenin cıva tarafından kaynaklanıp kaynaklanmadığını incelemişlerdir. Araştırmacılar amalgamın toksisitesinin cıva

şelatörü 2,3- dimerkaptopropan-1-sülfonat (DMPS) yerine metal şelatörü kalsiyum disodyum etilendiamintetraasetat (CaEDTA) tarafından bloke edildiğini belirlemişlerdir. DMPS cıva toksisitesini bloke ederken, CaEDTA çinko nörotoksitesini bloke etmiştir. Araştırmacılar Hg'nin kortikal hücre kültürleri üzerine toksik etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

**Dalen ve ark** (24) yaptıkları bir araştırmada, amalgam dolgularından şikayeti olan bireylerle şikayeti olmayan bireyler arasında hafıza ve psikofizyolojik değişkenler açısından bir fark olup olmadığını incelemişlerdir. Araştırmacılar hafızanın yaşla birlikte gerilemekte olduğunu, amalgam dolgu sayısının ise yaş ile birlikte arttığını belirtmişlerdir. Çalışmada belirtilen parametreler ile amalgam dolgular arasında anlamlı bir ilişki kurulamamıştır.

**Melchant ve ark** (99) Almanya'da hastalar üzerinde yaptıkları bir araştırmada amalgam dolgu ile ilgili semptomların; konsantrasyon eksikliği, metalik tat ve çabuk yorulma hissi olduğunu belirlemişlerdir. Ancak hastaların sahip oldukları amalgam dolgu sayısı ve şikayetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptamamışlardır.

**Song ve ark** (136) sıçanlarda yaptıkları çalışmalarında, dental amalgamla beslenen kobay hayvanlarının 4, 8 ve 12 hafta sonunda beyin dokusunda Hg birikimini AMG yöntemi ile araştırmışlardır. Çalışmada beyin dokusunda Hg belirlenmemekle birlikte herhangi morfolojik bir bozuklukta tesbit edilmemiştir.

**Sweeney ve ark** (143) fare dorsal kök ganglia kültürlerinde yaptıkları çalışmalarında amalgam dolgu yerleştirmenin minimal dozda Hg salınımına neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar kültürlerin patolojik değişimine yol açan nörotoksik etkiyi kültürlerin yüksek doz Hg'ya (10 µM Hg klorit) maruz bırakıldıklarında ortaya çıktığını tesbit etmişlerdir.

**Schuurs ve ark** (133) yaptıkları bir çalışmada, kan ve idrarda şelatör-cıva indikatörü kullanarak amalgam dolgulu bireyler ve belirttikleri subjektif şikayetleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmada, dolgu sayısı ve belirtilen subjektif şikayetler arası ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.

#### **4.2.2.2 Böbreklerde fonksiyon bozukluğu:**

Kan ve idrar cıva seviyelerindeki artışa bağlı olarak böbreklerde fonksiyon bozukluğu oluşabilir. Kandaki cıva konsantrasyonu, yakın zamanda oluşan cıva temasını gösterirken, idrardaki cıva seviyesi ise cıvanın böbreklerdeki cıva konsantrasyonunun göstergesidir. İdrar cıva konsantrasyonunun yüksekliği bireyin öncelikle inorganik cıvaya kronik olarak maruz kaldığını gösterir. Böbrek fonksiyon bozukluğu olan bireylerde inorganik cıva toksisitesine rastlanabilmektedir (38, 140).

**Song ve ark** (136) sıçanlarda yaptıkları çalışmalarında, dental amalgamla beslenen kobayların 4, 8 ve 12 hafta sonunda böbrek dokusunda Hg birikimini AMG yöntemi ile araştırmışlardır. Çalışmada böbrek dokusunda Hg ve herhangi bir morfolojik bozukluk tesbit edilmemiştir.

#### **4.2.2.3 İmmün sistem değişiklikleri:**

**Dodes** (32) yaptığı çalışmada, cıvaya karşı duyarlılık, hipersensitivite, eritem, tremor kontak dermatit gibi immün sistem reaksiyonlarının nadir olarak görüldüğünü bildirmiştir.

Cıvaya karşı gelişen immün sistem değişikliklerine bağlı belirtiler genellikle ekzamatöz reaksiyonlar veya likenoid lezyonlar şeklindeki ağız lezyonlarıdır (120). Duyarlılık reaksiyonlarında önemli olan faktörün cıvanın miktarı ve temas sıklığı olduğu belirtilmiştir (16).

**Henderson ve ark** (62) yaptıkları araştırmalarında, amalgam dolgusu olan bireylerin kanlarında cıvaya reaktif T lenfositleri belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar belirlenen T lenfositlerinde herhangi patolojik bir olguya rastlamamışlardır.

#### **4.2.2.4 Doğumsal etkiler:**

Hamilelik döneminde amalgam dolgu yapım ve sökümü hamile ve emzirenler için gereksiz bir Hg kaynağı oluşturmaktadır (38). İnorganik cıvanın plasental dokulara

kolaylıkla geçemediği, oysa organik cıvanın fetüse geçtiği bildirilmiştir. Gıda zinciri ile vücuda giren metil cıva, toksik ve teratojenik organik bir cıva bileşimidir. Plasental bariyeri kolaylıkla geçip fetüste birikime uğrayabilir. Yeni doğanda, metil cıvanın vücuttan atılımı erişkinden daha yavaştır. Hamileliğin erken dönemleri, bebeğin nörolojik dokularının gelişiminde önemli olduğu için cıva; anneye oranla bebek için daha tehlikelidir (153).

**Vimy ve ark** (153) koyunlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında, maternal cıvanın kan ve fetüse, doğum sonrası ise anne sütüne geçtiği bildirmişlerdir. Araştırmacılar maternal ve kordal cıva seviyesi ile amalgam dolgu sayısı arasında anlamlı bir ilişki tesbit etmemişlerdir.

#### **4.2.2.5 Çevresel etkiler:**

Günümüzde en sık Hg alımı; su, hava, toprak, beslenme ve amalgam dolgu yolu ile gerçekleşir (Tablo 2) (42). Solunum yolu ile alınan Hg akciğerlerden emilir ve hızla kana geçer. Kan-beyin ve plasental bariyeri kolayca geçerek eritrositlerde bulunan elementer Hg katalaz ve peroksidaz enzimleri ile okside olarak  $Hg^{+2}$  iyonlarına dönüşür. Eritrositler içinde bulunan Hg, eritrositler parçalandığı zaman safra tuzlarınca elimine edilir. Serbest Hg plazmada bulunur, hedef organlara ulaşarak dokularda birikir ve biyolojik reaksiyonları başlatır.

**Dodes** (32) 'doz zehiri belirler' toksikolojik ibaresiyle Hg'nin ancak çok yüksek dozlarda alınırsa toksik etkilerinin görülebileceğini bildirmiştir.

Cıva ve dolayısı ile amalgam dolgularla ilgili ilk uluslararası çevresel ve biyolojik tepki 1956 yılında Japonya'nın Minimata körfezinde metil Hg kaynaklı endüstri atıklarının sağlık problemlerine yol açması ile başlamıştır (30).

Kuzey Amerika ve Avrupa'da yaygın olarak kullanılmasına rağmen; bu ülkelerde amalgam dolgu uygulaması konusunda milli protokoller yada yasal şartnameler bulunmamaktadır.

ABD’de, 1990’lı yılların başından itibaren ADA dişhekimliği personeli için ciddi bir Hg hijyeni kampanyası başlatmıştır (40). ABD’de gelişen her çocuk cıvayı iki ana kaynaktan almaktadır. Bu kaynaklar beslenme ve amalgam dolgudur. Beslenmede yüksek Hg seviyeli su içimi ve balık tüketimi başlıca organik ve metil Hg kaynaklarıdır (30).

**Didley ve ark** (30) yaptıkları araştırmada, Kuzey Carolina’lı çocukların beslenme kayıtlarını incelemiş, ayrıca süt dişlerinde ve idrarda Hg tayini yapmışlardır. Araştırmacılar beslenme yolu Hg alımını temel aldıkları çalışmalarında, çocuklarda Hg seviyesini beklenen toksik dozların epey altında belirlemişlerdir.

Finlandiya’da 1987’de, Fin Sosyal İşler ve Sağlık Bakanlığı cam iyonomerlerin biyolojik açıdan amalgama oranla kullanımının daha uygun olduğunu açıklamıştır. 1992’de Fin Su ve Çevre Bakanlığı, ülkedeki cıva atıklarının %20’sinin dişhekimliği kaynaklı olduğunu belirtmiştir. 1994’de Fin Sosyal İşler ve Sağlık Bakanlığı, çevresel faktörleri gözönüne alarak amalgam kullanımının azaltılmasını, ‘alternatifi oldukça kullanılmaması’ni önermiştir (40).

İsveç’te geçtiğimiz yıllar içerisinde, ülkedeki cıva atıklarının %20’sinin dişhekimliği kaynaklı olduğu belirlenmiştir. İsveç’te göl ve nehirlerde cıva miktarının artması amalgam karşıtı görüşlerin yoğunlaşmasına sebep olmuştur (40). Balıklardan kaynaklanan metil cıvanın eritrositlerde biriktiği, amalgamdan kaynaklanan elementer cıvanın ise plazma ve eritrositler arasında eşit olarak dağıldığı bildirilmiştir. Çevresel faktörler nedeniyle amalgamın kullanımının yasaklanması planlanmış olmasına karşın İsveç’te amalgamın yaygın kullanımı devam etmektedir (53).

Norveç’te **Eide ve ark** (34) tarafından yapılan bir çalışmada 12.yy’dan kalma çocuk iskeletlerine ait süt dişleri ile günümüz çocuklarının süt dişlerindeki Hg seviyeleri karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar günümüz dünyasının çocuklarının ortaçağ çocuklarına oranla 10 kat daha fazla Hg’ya maruz kaldıklarını ortaya çıkarmışlardır.

Günümüzde dişhekimlerinin çevresel kaygılar nedeniyle dikkate alması gereken bir diğer nokta kapsül amalgamların imha edilme yoludur. Kapsül amalgamlar içinde işlem

sonrası artık Hg kalmakta ve atmosfere karışmaktadır. Atmosferik Hg bir süre sonra toprak, nehir, ve göllere geri dönmekte, balıklarda % 100 metil Hg olarak biyoakümüle olmaktadır (139).

**Tablo 2. Çeşitli kaynaklardan alınan tahmini günlük cıva dozu (42)**

	Hg <sup>0</sup> (ng/gün)	Hg <sup>+2</sup> (ng/gün)	MeHg (ng/gün)	Günlük (µg/gün)
Hava	32			
Beslenme		60	2160	
Su		5		
Toplam	32	65	2160	2.3

#### 4.2.2.6. Mesleksel etkiler:

Dişhekimleri klinik uygulamalarda cıva ile solunum yoluyla karşı karşıya kalır (10) Amalgam dolgu yapımı ve sökümü sırasında salınan cıva buharı dişhekimleri, yardımcı personel ve hastalar tarafından solunur. Literatürde; dişhekimleri ve yardımcı personelin idrar, kan, saç ve tırnak dokularındaki cıva konsantrasyonu normalden fazla bulunduğu bildirilmiştir (37,108). Dişhekimlerinin cıvaya maruz kalmasında hekimin beslenme alışkanlıkları, yaşı, aktif meslek süresi, amalgam dolgu uygulama sıklığı, amalgam atıklarını saklama şekli önemli birer faktör olarak düşünülmelidir.

**Eley ve Cox (38)** tükürüğe karışan cıvanın yutularak sindirim sistemine ulaştığını, gaz fazına geçen cıva buharının solunum yolu ile akciğerlerden absorbe olarak dolaşıma girdiğini bildirmiştir. Bu nedenle araştırmacılar, klinik çalışma ortamında eldiven amalgamatör, kapsül amalgam, rubberdam, maske ve gözlük kullanılmasını önermektedirler. Amalgamın kesme ve cilalama işlemleri sırasında yeterli su soğutma ve tükürük emici kullanımı ile hekimler, yardımcı personel ve hastaların cıva ile teması azaltılabilir.

Dolgu yapımı ve sökümü sırasında oluşan amalgam parçalarının kanalizasyon sistemi yolu ile çevresel kirlenmeye neden olduğu bilinmektedir. Muayenehanelerde filtre kullanılması bu açıdan önem taşımaktadır. Örnek olarak, Belçika'da dişhekim muayenehanelerin sadece %5'inde tıbbi atık amalgam seperatörü bulunduğu bildirilmiştir (40).

**Drummond ve ark** (33) amalgam dolgu yapımı esnasında ortaya çıkan cıvayı kontak Hg (oral kavite ile temasa geçen) ve nonkontak Hg (artan ve atılan) olarak belirlemişlerdir. Kontak Hg doğada belli bir oranda geri dönüşüme uğramakla birlikte nonkontak Hg tamamı ile geri dönüşebilir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada; küçük kaviteli amalgam dolgulara daha az miktarda amalgam kullanılmasına bağlı olarak kontak Hg miktarını düşük, atılan miktar fazla olduğu için nonkontak Hg miktarını yüksek bulmuşlardır. Bu nedenle dolgu yapımı esnasında gereğinden fazla amalgam (duble kapsül) kullanımına dikkat edilmelidir.

**Stone ve ark** (140) yaptıkları bir çalışmada, 18 ay boyunca 137 hasta koltuğunun atık su örneklerini monometil cıva içermeleri açısından incelemişlerdir. Araştırmacılar yüksek oranda monometil cıva tesbit etmişler ve organik cıvanın atık su sistemine geçmesini önleyecek özel Hg seperatörlerinin geliştirilmesinin önemini vurgulamışlardır.

Dişhekimleri haricinde değişik meslek grupları cıvaya maruz kalmaktadır. Elementer cıva kaynakları kuyumcular, fotoğrafçılar, kimya sektörü çalışanlarını; inorganik cıva bileşikleri, boya, mürekkep ve havai fişek üreticilerini; organik cıva bileşikleri ise tarım ile uğraşanlar ile ilaç üreticilerini tehdit etmektedir (115).

### **4.3 Kaide maddeleri:**

Amalgam dolgular ve diş dokusu arasında kimyasal bir bağ gerçekleşmediği için belirgin bir marjinal aralık söz konusudur (105,121). Amalgam dolguların korozyon ürünleri ile bu aralığı dolduracağı bildirilse de , korozyon olgusu ömür boyu süren çok yavaş bir süreçtir (5). Bu nedenle amalgam dolgular pulpa dokusunu mekanik streslere ve ısılara karşı koruyamamaktadır (43). Pulpa dokusunun korunması için uygun bir kaide maddesi kullanılmalıdır. Kaide maddeleri dolgu maddesi ve dentin (bazen pulpa) arasında kalan, diş-dolgu arası mikro boşlukları örtücü, sızıntı azaltıcı, dentin tübüllerini kapatıcı ve pulpayı korumaya yönelik maddelerdir (123,124). Literatürde geleneksel bir kaide maddesinin 0.5 mm'den ince, diş dokusuna adezyonla tutunan ve antibakteriyel etki gösteren maddeler olmaları gerektiği bildirilmiştir (36,64).

**Hilton** (64) yeni bir yaklaşımla; kaide maddesinin dolgu maddesinin miktarını azaltmak ve güçlendirilmesi gereken mine dokularının altına destek amaçlı kullanılmasını önermektedir.

#### **4.3.1 Seçilecek kaide maddesinin özellikleri:**

Uygun bir kaide maddesinde bulunması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir (45,82,112,141,151).

- Kimyasal koruma
- Elektriksel yalıtım
- Isısal yalıtım
- Amalgamın ekme-koparma kuvveti katsayısını arttırma
- Pulpayı iyileştirme ve dentin köprüsü oluşturma
- Mekanik koruma
- Fluorid salınım ve çürük önleme
- Tercihen ışıkla sertleşme

### **4.3.2 Kaide maddelerinin sınıflandırılması:**

#### **4.3.2.1 İnce film kaideler:**

İnce film kaideler literatürde **liner** yada **astar** olarak da isimlendirilmektedirler Solüsyon ve çözelti kaideler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

##### **4.3.2.1.1 Solüsyon kaideler:**

**Kavite lakı** yada **copal varnish** olarak bilinen solüsyon kaideler, 2-5 $\mu$  kalınlıkta olmakla birlikte su içermeyen çözücünün buharlaşıp sertleşmesi prensibine dayanarak geliştirilmiştir. Kavite lakları ve cilaları uzun süre kavite preparasyonlarına kaide olarak kullanılmışlardır. Kavite cilaları doğal yada sentetik rezin olup çözücü içinde çözünürler. Yüksek bakırlı amalgamlar altına kullanıldıklarında sızıntıya neden olurlar Zaman içinde sızıntıda, koroziv ürünlere bağlı bir düşüş yaşansada ilk zamanlarda pulpaya doğru yoğun bir biyolojik geçiş söz konusudur. Günümüzde hassasiyete neden olduklarından amalgam altına kullanılmaları uygun değildir (94).

##### **4.3.2.1.2 Çözelti kaideler:**

**Adeziv rezin bonding** yada **amalgam bonding** olarak bilinen çözelti kaideler, 20-25 $\mu$  kalınlıkta olup su bazlı ve erime yerine çözünme prensibine dayanarak geliştirilmiştir Elektriksel koruma sağlarlar. İki tip adeziv resin kaide mevcuttur. Bunlar bisfenil-A glisidil metakrilat (BIS-GMA) ve metil metakrilat'tır (112). Günümüzde ayrıca amalgam altına özel olmayan dentin adeziv çözelti kaideleri de kullanıma uygundur (119). Dentin adeziv çözeltiler siman kaidelerin altına dolguyu güçlendirmek amaçlı da kullanılabilirler (90).

Günümüzde floridli cila olarak bilinen çözelti kaidelerde piyasaya sunulmuştur **Duraphat** ve **Fluor Protector** bunlara örnek teşkil etmekle beraber klinik uygulamada kaide olarak kullanılmamaktadırlar (151).

**Toledano ve ark** (147) yaptıkları çalışmada, çözelti kaidelerin amalgam dolgu altında mikrosızıntı önlemede etkin işlev yapmadıklarını bildirmişlerdir.

**Zidan ve Abdel-Keriem** (163) yaptıkları çalışmada, kavite preparasyonunun genişliği nedeni ile zayıflayan diş dokularına amalgam bonding uygulayarak yapılan amalgam dolguların kırılmalara karşı daha dirençli olduklarını vurgulamışlardır.

**Hicks ve ark** (63) yaptıkları çalışmada, florid salınımı yapan amalgam bonding in amalgam dolgu altına kullanıldığında çürük önleyici etki yaptığını bildirmişlerdir.

**Ng ve ark** (112) yaptıkları araştırmada, amalgam dolgu altına çözelti kaidelerin kullanılmasının dolguların çekme koparma kuvveti katsayısını arttırmadığını belirlemişlerdir.

#### **4.3.2.2 Kalın kaideler (cement liners):**

0.2-1 mm kalınlıkta olup pulpa dokusunu iyileştirme ve ısısız koruma amaçlı kullanılırlar. Isısız koruma kaide maddesinin kalınlığı ile doğru orantılıdır. Bu kalınlıktaki kaide maddeleri kimyasal yolla yada ışık yolu ile sertleşir. Geleneksel kaideler olarak nitelendirilebilecek bu tip kaideler diş dokusu ve restorasyon arasında antibakteriyel etki göstermektedirler (45).

**Çinko oksid öjenol (ZOE) ve kalsiyum hidroksit (CaOH)** pulpa dokusunu iyileştirici kalın kaide maddeleridir.

ZOE vazodilatasyon etkisi ile toksik birikimi önler ve iritanlar çabukça bölgeden uzaklaşırlar (151). Ancak günümüzde ZOE'den açığa çıkan öjenolün dentin kanalları yoluyla pulpaya ulaşarak olumsuz etki oluşturması nedeniyle kullanılmamaktadır. (92)

CaOH dentine yerleştirildikten sonra koruyucu bir bariyer olarak dentin kanalcıklarını bloke etmektedir. Günümüzde geleneksel CaOH kaidelere en uygun örnek Dycal'dır İnce tabaka şeklinde uygulanmalıdır (45,155). CaOH hidroksil iyonu salarak

antibakteriyel etki göstermesine karşın, ağız sıvılarında eridiği için amalgam altına kullanımını uygun değildir (45,68).

**Mathewson ve Primosch** (89) yaptıkları çalışmada, CaOH kaidelerin (Dycal) amalgam kondensasyonu sırasında kuvvetlere dayanıklı olduğunu ve ikinci bir kaide maddesine ihtiyaç bulunmadığını belirtmişlerdir.

#### **4.3.2.3 Siman Kaideler (cement bases):**

1-2 mm kalınlıkta olup ısıl korumanın yanısıra bölgesel stresleri azaltıcı ve dolguya destek amaçlı kullanılırlar. 1950-1980 yılları arası, **çinko fosfat siman** ; 1980'lerde ise **cam iyonomer simanlar** yaygın olarak kullanılmışlardır (7,90).

Zaman içerisinde, pulpayı iyileştirici özellikleri zayıflarken, kimyasal koruma özellikleri arttırılmıştır. Bu kalınlıktaki kaideler kimyasal yolla yada ışık yolu ile sertleşir (69).

**Irie ve ark** (69) yaptıkları çalışmada, kimyasal ve ışıkla sertleşen cam iyonomer esaslı kaide maddelerinin sertleşmeleri esnasındaki çekmeleri ve marjinal aralık oluşturma ihtimallerini incelemişlerdir. Araştırmacılar ışıkla sertleşen kaide maddelerinin kimyasal olanlara oranla daha fazla dentin duvarlarından ayrıldığını ve marjinal aralıkların daha genişlediğini bildirmişlerdir.

**Ng ve ark** (112) yaptıkları çalışmada, amalgam dolgu altına cam iyonomer siman kaidelerin kullanılmasının dolguların çekme koparma kuvveti katsayısını arttırmadığını belirlemişlerdir.

**McCagheren ve ark** (91) yaptıkları çalışmada, ışık ve kimyasal yollarla sertleşen kaide maddelerinin çeşitli özelliklerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar ışıkla sertleşen kaide maddelerinin kimyasal yolla sertleşenlere göre daha üstün fiziksel özellikler sergilediğini bildirmişlerdir.

#### 4.4 Cam iyonomer simanlar:

Modern restoratif dişhekimliğinde; işlem sırasında daha az madde kaybına neden olmak restorasyonda tutuculuğu daha fazla olan dolgu maddeleri kullanmak ve kenar sızıntısını en aza indirmek amaçlanmaktadır (36). Dişhekimliğinde, restoratif dolgu maddelerinin diş dokusuna fiziksel ve kimyasal yapı olarak yakın olmaları, mine ve dentin dokusuna tutunabilmeleri ve ağız ortamında değişikliğe uğramamaları önemlidir. Bu amaçla üretilen maddelerin öncülüğünü cam iyonomer dolgu maddeleri yapmaktadır.

1971 yılında **Wilson ve Kent** tarafından geliştirilen cam iyonomer siman alüminyum silikat cam tozu ve poliakrilik asit likidinin karıştırılması sonucu elde edilen bir dolgu maddesidir (23,46,107). Toz ve likit arasındaki reaksiyon; poliakrilik asitteki hidrojen (H) iyonları ile cam tuzlarının yüzeyindeki metal iyonlarının reaksiyona girmesi sonucu oluşur. Reaksiyon sonucu meydana gelen kalsiyum-poliakrilat tuzları başlangıç sertleşme reaksiyonuna hız verir. Alüminyum tuzları ise, maddenin son sertleşme reaksiyonundan sorumludur. Cam iyonomer simanların; yüksek oranda florid salınımı yapması, ısıl genleşme katsayılarının dişin yapısına uyumlu olması, dişin yapısına kimyasal olarak bağlanması gibi avantajları ile çocuk dişhekimliğinde kullanıma uygundur (2,7,8,51,90,161).

**Ten Cate ve van Dijken** (146) in vivo yaptıkları çalışmalarında, çeşitli dolgu maddelerinin çürük oluşumuna etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, yapay çürük oluşturulduğunda, cam iyonomer simanların remineralizasyon gerçekleştirirken amalgam ve rezin kompozit dolgu maddelerinin demineralizasyona neden olduklarını belirlemişlerdir.

##### 4.4.1 Cam iyonomer simanların kullanım alanları:

Aşağıda cam iyonomer simanların klinik kullanım alanları maddeler halinde belirtilmiştir (22,58).

- Paslanmaz çelik kuron, ortodontik bant ve braketlerin yapıştırılmasında
- Kaide maddesi olarak (amalgam ve kompozit dolguların altına)
- Süt dişi Black I, II, III, IV ve V kavitelelerinde

- Daimi diş Black V kavitelerinde
- Yüksek riskli gruplarda, çürük kontrolünde
- ART (Atraumatic Resorative Treatment) uygulamasında
- Retrograd dolgu maddesi olarak
- Tünel restorasyonlarında

#### **4.4.2.1 Cam iyonomer dolgu maddelerinin avantajları:**

Cam iyonomer simanlar aşağıda belirtilen avantajları nedeniyle, son yıllarda yaygın olarak tercih edilmektedir (12,22,46,51, 90,97,103,104,107,142,159,161).

- Mine ve dentin dokusuna kimyasal difüzyon yoluyla adezyonu
- Fluorid salınımı
- Çürük önlemesi
- Diş dokusu ile uyumluluğu
- Düşük ekzotermi göstermesi
- Basit uygulama tekniği
- Serbest radikal içermemesi
- Asit ataklarına direnci
- Polimerizasyon büzülmesi göstermemesi
- Likidin yapısında bulunan poliakrilik asidin molekül çapının geniş olması nedeniyle dentin tübüllerinden pulpaya penetre olmamasıdır.

#### **4.4.2.2 Cam iyonomer dolgu maddelerinin dezavantajları:**

Cam iyonomer simanların dezavantajları aşağıda belirtilmiştir (46,90,95,150).

- Estetik olmaması
- Poröz yapıda olması
- Aşınmaya dirençsizliği
- Düşük gerilim kuvveti
- Mikrosızıntıya neden olması
- Uygulama işlemi sırasında neme duyarlı olması

- Sertleşme reaksiyonu sırasında dehidratasyona duyarlı olmasıdır.

#### 4.4.3 Cam iyonomer simanların sınıflandırılması:

Cam iyonomer simanlar kimyasal yapıları genelde aynı korunmakla beraber toz-likid oranlarında ve sertleşme reaksiyonlarında değişiklikler gerçekleştirilerek üç sınıfa ayrılmışlardır (46,98,107).

##### 1. Geleneksel cam iyonomer simanlar

Tip I. Yapıştırma için kullanılan cam iyonomer simanlar

Tip II. Restoratif cam iyonomer simanlar

-Estetik cam iyonomer simanlar

-Güçlendirilmiş cam iyonomer simanlar (Cam Sermet)

Tip III. Çabuk sertleşen cam iyonomer simanlar

-Cam iyonomer esaslı kaide maddeleri

-Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler

##### 2. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar

##### 3. Poliasit modifiye kompozit rezinler ( Kompomer)

#### 4.4.4 Geleneksel cam iyonomer simanlar:

##### 4.4.4.1 Tip I. Yapıştırma için kullanılan cam iyonomer simanlar ( Luting cement)

Paslanmaz çelik kuron, ortodontik bant ve braketler ağızdaki *mutans streptokok* 'ların miktarını artırarak ağız ortamında çürük riski geliştirmektedirler (117,118).

Svanberg (142) yaptığı bir çalışmada, Black I amalgam dolguların altında gerçekleştirilen tünel preperasyonlarında cam iyonomer simanların kullanılması sonucunda, *mutans streptokok*ların büyümesi ve çürük oluşumunun engellendiğini tesbit etmiştir.

Ortodontik apareylerin ağız içi uygulaması ve yapıştırılması için düşük vizkositeli cam iyonomer simanların kullanımı uygundur (93). Yapıştırma için kullanılan cam iyonomer simanlar genellikle kimyasal yolla sertleşir (23).

**Mount** (107) yapıştırma simanlarının uygun kalınlığı yakalayabilmesi için partikül çaplarının 10 µm 'i geçmemesi gerektiğini bildirmiştir.

Toz-likid oranı 1,5:1 olan yapıştırma simanları, geleneksel cam iyonomer simanların yanısıra RMCİS yapısında olabilmektedirler (7,23).

#### **4.4.4.2 Tip II. Restoratif cam iyonomer simanlar ( Restorative cement):**

##### **4.4.4.2.1 Estetik cam iyonomer simanlar:**

Geçtiğimiz yıllarda geleneksel cam iyonomer simanlar restoratif estetik tipe örnek teşkil ederken, günümüzde yaygın olarak RMCİS'lar bu alanda yerlerini almışlardır (7,14) Kullanımlarının kolay olması ve florid salabilme özelliği nedeniyle çocuk hastalarda tercih edilmektedirler.

##### **4.4.4.2.2 Güçlendirilmiş cam iyonomer simanlar (Cam Sermet):**

**Simmons**, 1983 yılında, klinik başarıyı arttırmak için; Tip II cam iyonomer simanlara gümüş amalgam tozu katarak güçlendirmiştir (23,144) Belirtilen **metal destekli cam iyonomer siman** 'a ayrıca **Mucizevi Karışım ( Miracle Mix)** adı verilmiştir. Karışım cam iyonomer tozuna 7:1 oranında amalgam tozu katılmasını takiben 1/3 oranında likid ile karıştırılması sonucu ortaya çıkar (46).

**Mc Lean ve Gasser** 1985 yılında cam tozuna gümüş partiküllerini katarak elde ettikleri karışıma **Cam Sermet siman** adını vermişlerdir . Bu siman tipi aşınmaya karşı daha dirençli, radyopak ve daha az poröz bir yapıdadır (8,23) Cam sermet simanlar amalgama yakın yüzey sertliği, aşınma direnci, yüksek elastik modül değeri, diş yapısı ile iyi bağlanabilmesi, florid salarak çürük önlemesi, kısa sürede sertleşmesi nedeniyle süt dişi restorasyonları için iyi bir seçenektir (85,95,98).

1990'lı yıllarda diş rengine daha yakın estetik RMCİS'ların piyasaya sürülmesi ile beraber kullanımları azalmıştır (23).

#### 4.4.4.3 Tip III. Çabuk sertleşen cam iyonomer simanlar:

##### 4.4.4.3.1 Cam iyonomer esash kaide maddeleri:

Cam iyonomer simanlar geliştirilirken ilk kullanım şekilleri kaide maddesi olarak gerçekleşmiştir (7). Amalgam yada kompozit rezin dolgu maddelerinin pulpa dokusuna kimyasal, mekanik ve ısıl etkilerini azaltmak için kavite tabanına uygun bir kaide maddesi kullanılması yöntemi Sandwich tekniği adını almaktadır (7,90,152)

**Alster ve ark** (2) çabuk sertleşen cam iyonomer simanların kaide maddesi olarak kullanıldıklarında, kavite duvarları ve dolgu maddesi arasında esneme gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Cam iyonomer simanların kaide olarak kullanımında yaşanan en büyük karmaşa terminolojik '**dental replasman kaidesi**' ve '**dental adeziv kaide**' tanımlarıdır.

##### 4.4.4.3.2 Cam iyonomer esash fissür örtücüler:

Cam iyonomerlerin 1970'li yılların başında üretimi sonrası ilk kez **Mc Lean ve Wilson** fissürlerin örtülmesinde bu maddeyi kullanmışlardır (49,96) Cam iyonomer fissür örtücüler, rezin fissür örtücülere alternatif teşkil etmekle beraber klinikte aşağıda belirtilen alanlarda kullanıma uygundur (7,13,47,49)

- Fluorid salarak çürük önlemede
- Uyum problemi yaşayan çocuklarda
- Tükürük izolasyonunun yapılamadığı durumlarda
- Derin fissürlü süt azı dişlerinde
- Dişeti ile ilişkili daimi azı dişlerinde geçici dönemli uygulamalarda
- Yüksek çürük riskli bireylerde

**Komatsu ve ark** (76) yaptıkları bir çalışmada, cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin 3 yıllık klinik takiplerini yapmışlar ve çürük önleme amacı ile kullanıma uygun olduklarını belirtmişlerdir.

**Forss ve Halme** (49) yaptıkları bir çalışmada, cam iyonomer esaslı bir fissür örtücü ile rezin esaslı ışıkla sertleşen bir fissür örtücüyü daimi azı dişleri yeni süren çocuklarda uygulamışlar ve 2 yıl takip sonucu belirtilen maddelerin ağız içi durumlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin ışıkla sertleşen rezin esaslı fissür örtüclere oranla ağızda kalış sürelerini düşük bularak başarısız olarak nitelendirmişlerdir.

#### **4.4.5 Rezin modifiye cam iyonomer simanlar:**

Cam iyonomerlerin sertleşme reaksiyonu esnasında hidrate olması, basınç ve gerilme dayanıklılıklarının zayıf olması nedeniyle; 1989 yılında **Mathis ve Ferracane** cam iyonomer esaslı kaide maddeleri ile kompozit rezinlerin olumlu özelliklerini birleştirerek yeni bir madde üretmişlerdir (9,23,46,58,92). Fiziksel ve mekanik özellikleri geliştirilen bu simana **Rezin modifiye cam iyonomer siman** adı verilmiştir (90). Diğer isimleri **Hibrid iyonomer**, **Rezinle güçlendirilmiş cam iyonomer** veya **Işıkla sertleşen cam iyonomer'** dir (92).

Geleneksel cam iyonomer simanı değiştirmek için, poliakrilik asit zincir üzerine metakrilat gruplarının yerleştirilmesi yani rezin ile modifiye edilmesi gerekmektedir. Modifiye edilen bu rezin daha önceki formuna göre suda daha az çözünür. Bunu sağlamak için yapısına **HEMA** (Hidroksietilmetakrilat) eklenmiştir. Genellikle likid kısmı ışığa duyarlı hassas zincirler içeren, suda çözünebilen polialkenoik asid, toz kısmı ise alüminyumfluorosilikat camdan oluşmuştur (46).

RMCİS'larda sertleşme iki reaksiyon ile gerçekleşir. Birinci reaksiyon, kompozit rezinlerde olduğu gibi ışıkla başlayan polimerizasyondur. İkinci reaksiyon ise asit-baz reaksiyonu olup, ışıkla polimerizasyondan hemen sonra başlar ve simanın maturasyonundan sorumludur (46).

RMCİS'lar su içermelerine göre **hidröz** ve **anhidröz** RMCİS'lar olmak üzere ikiye ayrılırlar ancak literatürde genel olarak bu sınıflamadan bahsedilmemektedir (45) Hidröz tip RMCİS'larda toz ve su benzeri likid karıştırılmaya başladığında asit-baz reaksiyonu başlar. Anhidröz tip RMCİS'larda ise su dentinden temin edilmektedir (44,45).

RMCİS'lar hızlı sertleşmeleri, neme daha az hassas olmaları, okluzal kuvvetlere dirençleri, florid salınımı yaparak çürük önleyici etki göstermeleri, ve dentin adeziv özelliklerinin üstünlüğü nedeniyle; ideal kaide maddesi olarak kullanılmalarını gündeme getirmiştir (9,57,92,160). RMCİS'la cam iyonomer simanların özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 3'de özetlenmiştir.

**Tablo 3. Cam iyonomer simanlarla RMCİS'ların özelliklerinin karşılaştırılması**

Özellik	Cam iyonomer siman	RMCİS
Sertleşme	Kimyasal (asit-baz reaksiyonu)	Kimyasal (asit-baz reaksiyonu) Işıkla
Karıştırma	İki komponentli sistem Karıştırma gerekli	İki komponentli sistem Karıştırma gerekli
Fluorid Salınımı	Yüksek	Orta-Yüksek
Adezyon	Dental dokulara kimyasal tutunur	Dental dokulara kimyasal tutunur
Estetik	Opak	İyi
Fiziksel özellikler	İyi	İyi-Çok İyi
İşlenebilirlik	Düşük	İyi
Uygulama kolaylığı	Başlangıçta neme hassas, yavaş sertleşir	Neme daha az hassas
Çözünürlük	Düşük	Orta-Düşük
Boyutsal değişim	Diş sert dokularıyla benzer ısısal genişleme ve büzülme	Düşük ısısal genişleme ve Polimerizasyon büzülmesi

#### 4.5.1 RMCİS'ların özellikleri:

##### 4.5.1.1 Adeziv özellikleri:

Adezyonun kimyası; öncelikle asit-baz reaksiyonu sonucu dişlerin mine, dentin, ve sement dokusuna bağlanma ve daha sonra devamlı florid salınımından oluşur (107) RMCİS'ların diş dokularına adezyonu hem kimyasal hem de mikromekanik olarak gerçekleşmektedir (9). İnorganik yapıdaki bağlanma, dentin ve minedeki pozitif Ca iyonları ile simandaki fosfat grupları arasında gerçekleşir. Organik yapıdaki bağlanma ise, dentin kollajeni ile siman arasında H köprüleri oluşması ile sağlanır.

Günümüzde ayrıca kaide tipi RMCİS'ların dentin dokusu ile oluşturduğu bağı güçlendirmek için dentin adezivleri kullanılabilir (107).

##### 4.5.1.2 Florid salınım ve çürük önleyici özelliği:

RMCİS'lar içerdikleri floridi yavaşça ve uzun süreli salarak rezervuar görevi görmektedirler (90). Ayrıca RMCİS'lar sertleşme reaksiyonları sırasında ortamdaki pH seviyesi düşmekte ve çok güçlü bir antibakteriyel etki oluşmaktadır (19,45) RMCİS'ların sertleşme reaksiyonu esnasında florid serbestleşmekte ve remineralizasyona katkıda bulunmaktadır. Günümüzde RMCİS'ların diş dokusundaki derin çürükleri durdurabilmesi nedeniyle daha koruyucu çalışmak mümkündür (45).

**Eli ve ark** (44) yaptıkları araştırmada RMCİS'ların CaOH'e kıyasla daha fazla antibakteriyel etki gösterdiğini saptamışlardır.

**Mazzaoui ve ark** (90) yaptıkları çalışmalarında, dentin adezivlerin RMCİS'lardan florid geçişini önlememekle beraber istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde engellediğini göstermişlerdir.

**Mount** (107) RMCİS'ların 7 günde  $25.9 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 22 günde  $9.3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  florid salınımı yaparak çürük önlediğini ve asit baz reaksiyonu esnasında sodyum florid salınımı gerçekleştirdiğini bildirmiştir. Hidroksil ve florid iyonları belirli bir dengede siman

içine ve dışına yer değiştirmektedir. **Mount** florid salınımının ilk birkaç haftada yüksek seyrederken, 2-3 ay içerisinde % 10 seviyesine inerek 5 sene devam ettiğini bildirmiştir.

RMCİS'lar ayrıca kalsiyum ve aluminyum salarak diş dokusunda remineralizasyon sağlarlar (23).

**Friedll ve ark** (50) yaptıkları bir çalışmada, RMCİS'ların florid salımları ile bakteriyel büyüme arasında uyumlu bir ilişki tesbit etmişlerdir. Araştırmacılar bu özelliklerin yaklaşık 180 gün devam ettikten sonra bittiğini belirtmişlerdir.

**Wandera** (154) yaptığı bir çalışmada, RMCİS'ların in vitro olarak insan minesine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmacı, RMCİS'ların temasta oldukları mine yüzeyine florid salınımı yaparak demineralizasyona direnç geliştirdiklerini bildirmiştir.

#### **4.5.1.3 Klinik özellikleri:**

RMCİS'lar görünür ışıkla sertleşir, uygun kullanıldıklarında kırılmaya dirençleri oldukça yüksektir. Düşük ısıl genleşme katsayısı nedeniyle, daimi dolgu altına kullanıldığında, işlem sonrası hassasiyeti azaltır (23). Isı ve elektrik yalıtımı yüksek olan bu madde, sertleşme esnasında düşük düzeyde (24 µm/mm) büzülme gösterir.

RMCİS'ların çekme kopartma kuvvetlerine olan dirençlerini ve geleneksel cam iyonomerlerle kıyaslamasını inceleyen bir çok literatür bulunmaktadır. **Hinoura ve ark, Mitra , Kerby ve Knobloch** (65,75,102) araştırmalarında genel olarak RMCİS'ların geleneksel cam iyonomerlere kıyasla daha başarılı olduğunu bildirirken , **Davis ve ark** (26) yaptıkları araştırmada geleneksel cam iyonomerlerin RMCİS'lara oranla daha başarılı olduğunu bildirmiştir.

**Sidhu ve ark** (135) yaptıkları bir çalışmada, değişik marka RMCİS'ların çekme kopartma kuvvetlerine dayanıklılıklarını incelemiştir. Araştırmacılar deney sonunda genel olarak maddelerin başarılı olduğu kanısına varmışlardır.

**Davidson ve Abdalla** (25) RMCİS'lara atfedilen çekme kopartma kuvvetlerine olan dayanıklılık başarısının direkt olarak RMCİS'ların okluzal kuvvetleri iyi tolere etmesi ile açıklanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Neme ve suya karşı hassas olan RMCİS'lar su ve nemli ortamlarla temasa geçtiklerinde düşük esneme kuvveti, düşük elastik modülü ve yumuşama gösterirler (18) RMCİS'ların su emilimine yatkınlıkları kimyasal yapılarındaki hidrofilik gruplara bağlıdır. Su maddenin yapısına iki şekilde etki eder. Birincil olarak su RMCİS'ların yapısına girerek esneme kuvvetini ve sertliğini düşürür. Bu oluşum geri dönüşümlüdür İkincil olarak su simanın yapısına girerek bileşenlerini çözer (18).

**Kanchanasita ve ark** (74) yaptıkları bir çalışmada, RMCİS'ların su içerisinde bekletilmeleri ile yüzey sertlikleri arasındaki ilişkiyi ölçmüşlerdir. Araştırmacılar distile su içerisinde bekletilen örneklerin yüzey sertliğinde zaman içerisinde artış görürken tükürük içerisinde bekletilen örneklerde yüzey sertliğinde düşüş saptamışlardır.

#### **4.5.1.4 Biyolojik özellikleri:**

RMCİS'lar biyouyumludur ve sitotoksitesisi düşüktür. Yapısında bulunan polialkeonik asit moleküllerinin zayıf asit karakteri ve iyon çaplarının geniş olması nedeniyle tüm asitleri iyi tamponlama özelliği gösteren dentin kanallarından difüzyonu güçtür (107) Pulpa dokusunda herhangi bir irritasyon yaratmaz (92). Ayrıca pulpa dokusunu korur sıcak ve soğuk ısısız etkenlere karşı dişin hassasiyetini engeller (45). Bu nedenle RMCİS kaideleri altına herhangi bir alt kaide önerilmemektedir (107).

**Leyhausen ve ark** (82) yaptıkları bir çalışmada, insan gingiva primer fibroblastları (HGF) ve fare fibroblastları (3T3) üzerine çeşitli cam iyonomerlerin biyolojik uyumluluklarını test etmişlerdir. Araştırmacılar Vitrebond kaide maddesini sitotoksik olarak nitelendirirken, Ionoseal'in hücresele düzeyde uyumlu olduğunu bildirmişlerdir

**Lan ve ark** (77) yaptıkları bir çalışmada, çeşitli cam iyonomer ve RMCİS'ları pulpa üzerine olan sitotoksik etkileri açısından incelemişlerdir. Kullanılan malzemelerden GC Lining LC maddesinin diğer maddelerle benzer oranda olmak üzere pulpa hücrelerinde

morfolojik olarak yuvarlaklaşma ve küçülmeye maruz bıraktığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar cam iyonomer dolgu maddelerinin RMCİS'lara oranla daha az sitotoksosite gösterdiğini belirtirken, RMCİS'ların pulpa dokusu üzerine direkt uygulanmamasını önermişlerdir.

**de Souza Costa ve ark** (28) yaptıkları bir çalışmada, 5 değişik tip cam iyonomer ve RMCİS'ları odontoblast hücre dizilerine olan sitotoksik etkileri açısından incelemişlerdir. Aralarında Vitrebond'un da bulunduğu bu maddeler çeşitli derecede sitotoksosite göstermişlerdir. Araştırmacılar **Lan ve ark**'ın bulgularına benzer olarak cam iyonomer dolgu maddelerinin RMCİS'lara oranla daha az sitotoksosite gösterdiğini bildirmişlerdir.

#### **4.5.2 RMCİS'ların kullanım alanları:**

RMCİS'ların klinikte uygun kullanım alanları aşağıda belirtilmiştir (23,27,106,134,154).

- Daimi diş Black I, III ve V kavitelelerin restorasyonlarında
- Abrazyon ve erozyon sahalarında
- Süt dişi Black I ve II kavitelelerinde
- Kuron onarımlarında
- Kuron ve ortodontik bandların yapıştırılmasında
- Kuron restorasyonu için çekirdek (core) yapımında
- Kuron için restore edilen dişlerin mikro çukurcuklarının doldurulmasında
- Fissür örtücü olarak
- Kaide maddesi olarak

#### **4.4 RMCİS kaide ve amalgam dolgu ilişkisi:**

Amalgam dolguların kavite duvarları ile arasında oluşan mikrosızıntının engellenmesi dolgunun ömrünü uzatacaktır. Mikrosızıntının önlenememesi sonucu işlem sonrası hassasiyet, çürük oluşumu, kenar boyanması ve pulpa patolojik değişiklikleri kaçınılmaz gözükmetedir (147). Ayrıca günümüzde, amalgam dolguların retansiyonunu artırmak

amacıyla kaide maddelerinin kullanımını önem kazanmaktadır. Amalgam dolgu altına kullanabilecek RMCİS'lar, diğer kaide maddeleri olan CaOH ve geleneksel cam iyonomerlere oranla daha üstün özellikler sergilemektedirler (68,90).

**Mount** (106) geleneksel Black II kaviterlerde Sandwich tekniğinin uygulanması ve RMCİS'in kaide olarak kullanılması önermektedir. RMCİS'lar 0.5-2 mm kalınlık arasında kaide maddesi olarak kullanılmaktadırlar (27). RMCİS ve amalgam arasında gelişen bağ; amalgamın metal katyonları ile poliakrilik asidin karboksil anyonları arasında gerçekleşir. Amalgam ve kaide arası mekanik bir bağ tesbit edilsede kimyasal bağ söz konusu değildir (112).

**Elledge** (45) anhidroz RMCİS'ların değişik dolgu maddeleri altına kullanılabilmesi için çeşitli yöntemler belirlemiştir. Amalgam dolgu altına kullanılabilmesi için tanımlanan **Teknik 1** yönteminde RMCİS asitleme yapılmadan yerleştirilmekte ve ışınlanmaktadır

#### **4.6.1 Amalgam dolgu altına RMCİS kaide kullanımının avantajları:**

Günümüzde amalgam dolguların altına kaide maddesi olarak RMCİS'ların uygulanması gündeme gelmiştir . Bu yöntemin avantajları aşağıda belirtilmiştir (68).

- Amalgam dolgunun çekme koparma kuvveti katsayısını arttırması
- Fluorid salınımı yapması
- Mine ve dentin dokusuna bağlanması
- Amalgam dolgunun ısıl yalıtım katsayısını arttırma
- Amalgam kaynaklı koroziv ürünlerin ve cıvanın pulpaya geçişinin önlenmesi
- Ağız içi sıvılarda çözünürlüğünün diğer kaidelere göre daha az olması
- Antimikrobiyal etki göstermesi

## **5. 1 GEREÇ:**

Çalışma protokolümüz aşağıdaki sıra ile oluşturulmuştur.

### **5.1.1 Etik Kurul Raporu temini:**

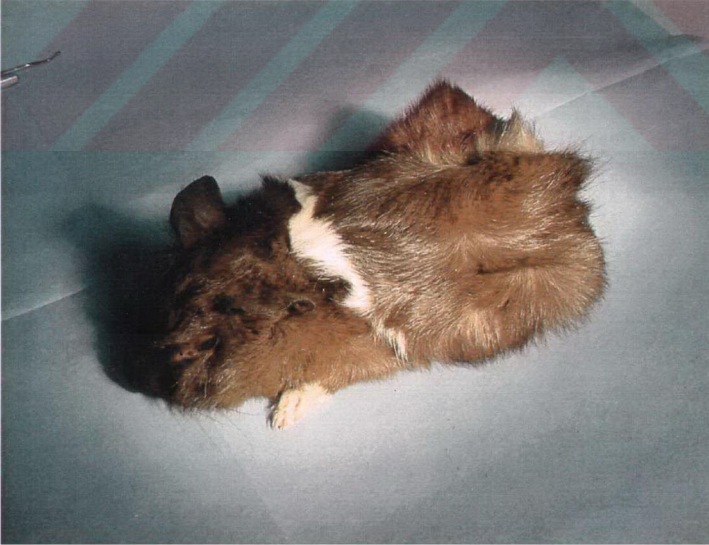
Çalışmamız için gerekli Etik Kurul Raporu, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi bünyesinde yer alan Deney Hayvanları Etik Kurulu'ndan temin edilmiştir.

### **5.1.2 Kobay hayvan seçimi, bakım koşulları ve çalışmaya hazırlanması:**

Çalışmamızda kullanılacak uygun kobay hayvanı seçiminde Animal Medical Center & Unit of Oral Pathology (University Dental Hospital of Manchester, Manchester İngiltere)' ye danışılmıştır. Çalışmamızda 28 adet 6 aylık guinea pig kullanılmıştır. Deney hayvanları DETAM Çapa Tıp Fakültesinden temin edilmiştir. Hayvanlar çalışma boyunca standart bir havuzda (1x1 m tabanlı, üstü açık alan) benzer yaşam koşulları ve beslenme şartlarından (su, marul, kıtır yem) yararlanmıştır (Resim 1). Hayvanların ortalama ağırlıkları 900 gr olacak şekilde ve standardizasyon açısından erkek hayvanlar tercih edilmiştir. (Resim 2,3) Hayvanların standart beslenmesine ek olarak günde 1 Redoxan tab/ lt su ek olarak verilmiştir. Guinea piglerin anestezisinde Dormicum (Hoffmann La Roche, Basel, İsviçre) kullanılmıştır.



**Resim 1. Çalışmada kullanılan deney hayvanları ve yaşam alanları**



**Resim 2. Deney hayvanının çalışma öncesi görüntüsü**



**Resim 3. Deney hayvanının deneye hazırlanması**

### 5.1.3 Amalgam dolgu maddesi ve rezin-modifiye cam iyonomer kaide maddelerinin seçimi:

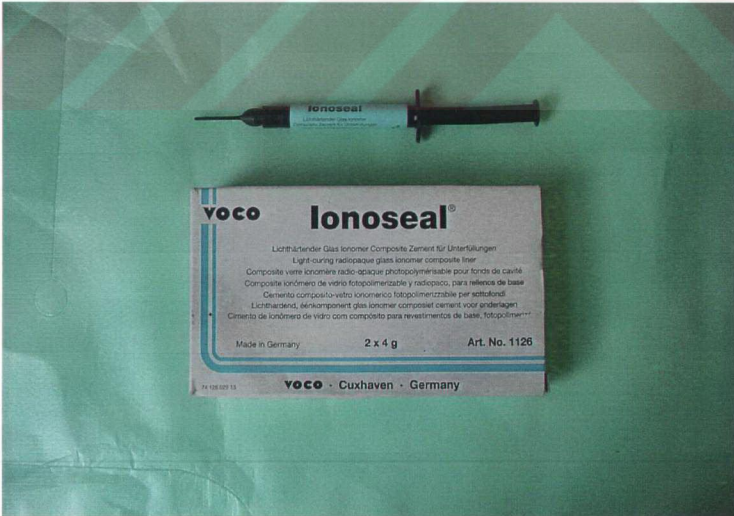
Çalışmamızda 3 değişik tip RMCİS kaide maddesi ( 2 adet hidröz ve 1 adet anhidröz) ve tek tip amalgam dolgu maddesi kullanılmıştır. Malzemeler GC Lining LC (GC Europe, Leuven, Belçika), Ionoseal (Voco, Cuxhaven, Almanya), Vitrebond (3M Minneapolis, MIN, ABD)'dur (Tablo 4, Resim 4,5,6). Amalgam dolgu maddesi olarak Dispersalloy ( Dentsply De Trey, Konstanz, Almanya) kullanılmıştır.

**Tablo 4. Çalışmada kullanılan kaide maddelerine ait bilgiler**

Ürün adı	Tipi	Kompozisyonu	Üretici firma	Seri no
GC Lining LC	Toz-likid, Işıklı aktivasyon	Fluoroaluminumsilikat, Poliakrilik asit, HEMA, su	GCEurope, Leuven, Belçika	0008301
Ionoseal	Tek pasta, Işıklı aktivasyon	Fluoroaluminumsilikat, metakrilat, komferokinon, amin	Voco, Cuxhaven, Almanya	96501
Vitrebond	Toz-likid, Işıklı aktivasyon	Fluoroaluminumsilikat, Poliakrilik asit, HEMA, su	3M, Minneapolis, MIN, ABD	7512



Resim 4. Çalışmada kullanılan kaide maddesi: GC Lining LC



Resim 5. Çalışmada kullanılan kaide maddesi: Ionoseal



Resim 6. Çalışmada kullanılan kaide maddesi: Vitrebond



Resim 7. Guinea pig dişlerine rubber dam uygulaması

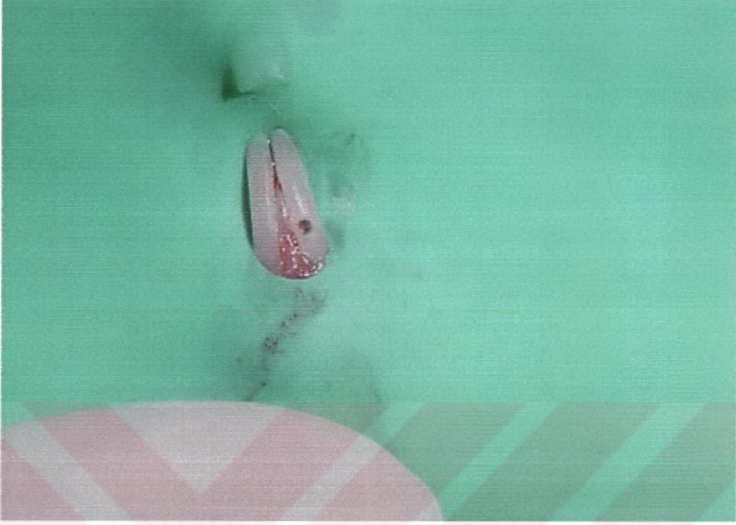
## 5.2 YÖNTEM

### 5.2.1 Guinea pig dişlerine kavite preparasyonlarının hazırlanması, kaide ve dolgu uygulaması:

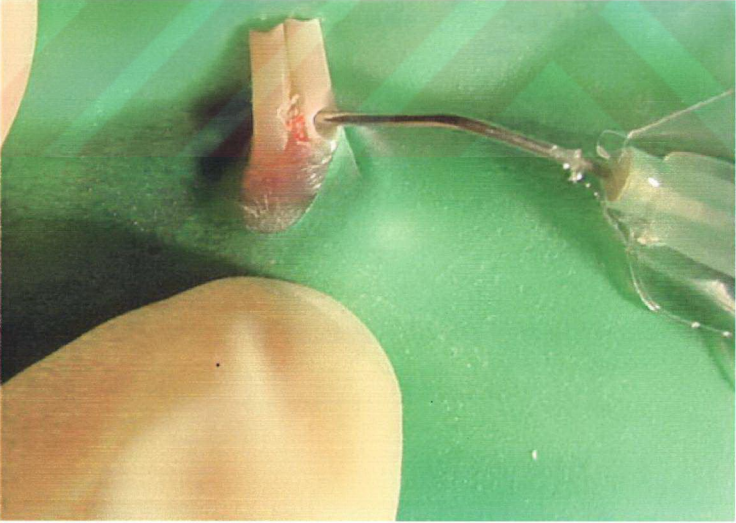
Çalışmamızda esas alınan yöntem Royal Dental College (Aarhus, Danimarka) katkıları ile hazırlanmıştır. Çalışmamızda her guinea pig'in 4'er tane kesici dişi kullanılmıştır. Rubber dam uygulaması sonrası (Resim 7), her kobyada seçilen dişlerden 3 tanesine 3'er değişik kaide maddesi ve amalgam dolgu uygulanmış, 1 tanesine ise sadece amalgam dolgu aynı seansta olmak üzere yerleştirilmiştir. Black V kavitelemi; dişlerin vestibülünde, 1.5 mm derinliğinde, 1.0 mm yüzey çapında ve gingival marjinin 2 mm insizalinde yer alacak şekilde açılmıştır (Resim 8) .

Kavite tabanları 3 değişik marka RMCİS kaide maddesi GC Lining LC , Ionoseal ve Vitrebond ile 0.5 mm kalınlığında olacak şekilde örtülmüştür. Kaidelerden GC Lining LC ve Vitrebond toz ve likid karıştırıldıktan sonra 40 sn ışınlanarak uygulanmıştır. Ionoseal kaide maddesi ise **Elledge** (45) tarafından tanımlanan Teknik 1 yöntemi ile asitleme yapılmadan şırınga ile yerleştirilmiş ve 40 sn ışınlanmıştır. Işınlama için Eliza Light 500® (Apoza Ent., Taipei, Tayvan) marka ışıklı cihaz kullanılmıştır.

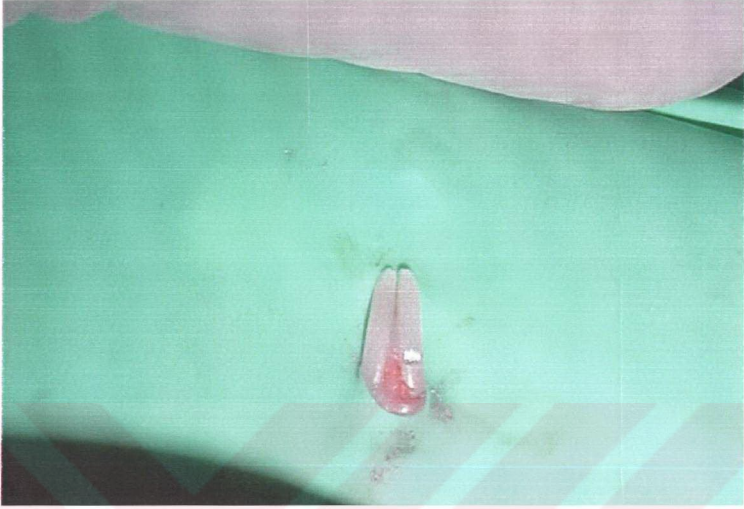
İşlem Degussa® (de Götzen, İtalya) marka amalgamatör kullanılarak bitirilmiştir (Resim 9,10) .



**Resim 8. Guinea pig dişlerinde kavite preparasyonu hazırlanması**



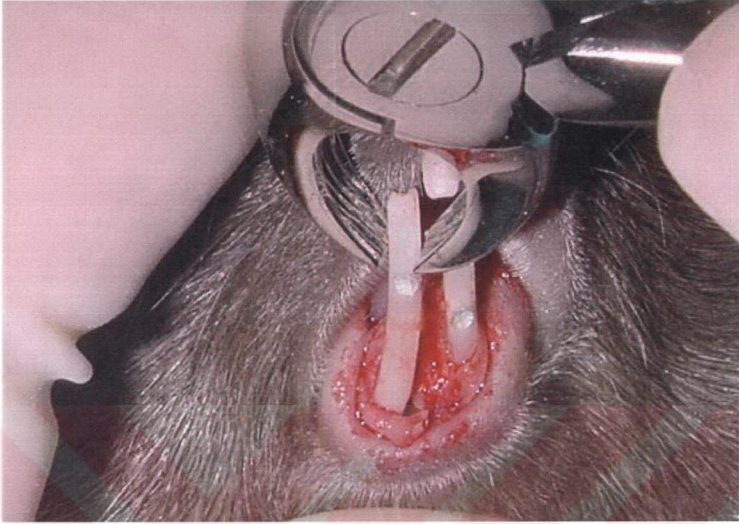
**Resim 9. Kaide maddesi uygulanması**



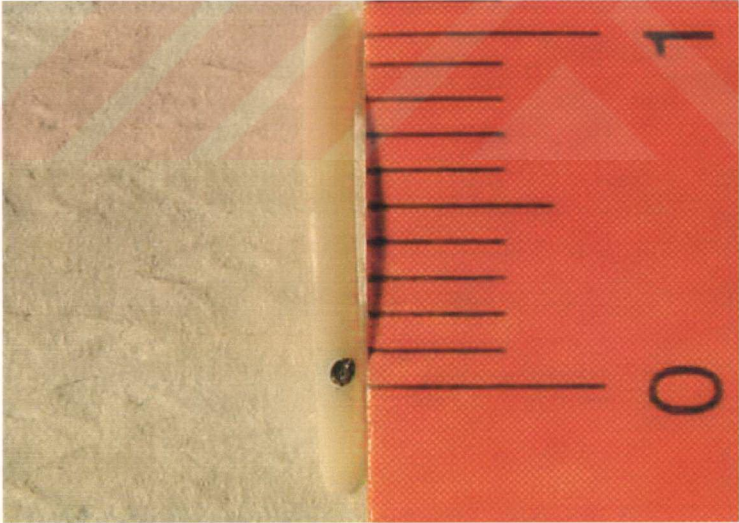
**Resim 10. Amalgam dolgu uygulanımı**

### 5.2.2 Guinea pig dişlerinin pulpalarının çıkartılması:

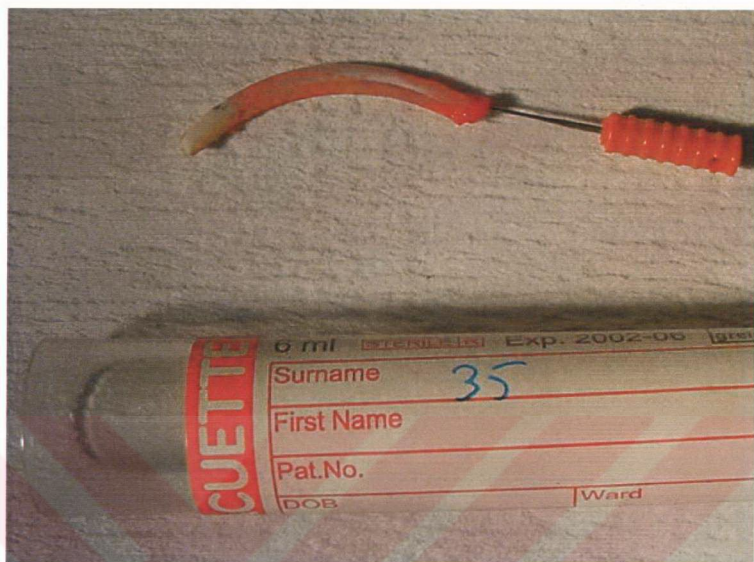
Dolgu uygulamasından 1, 7,30 ve 60 gün sonunda dişler diş ve çevre dokulara zarar verilmemek üzere **Johansen**'in (70) tarif ettiği yöntemle çekilmiştir ( Resim 11). Diş çekimi için, kırılğan olan bu dişlerin flap kaldırılarak ekskavatörle çıkarılması gerekmektedir. Diş çekimlerini takiben pulpa ekstirpe edilmiştir. Tüm olarak çıkarılan pulpa yaş ağırlığı tesbit edilmek üzere elektronik duyarlı terazi (Sartorius 2842 Göttingen, Almanya) 'de ölçülmüş ve steril cam tüpler içine konmuş, Hg analizi yapılarına dek  $-20\text{ C}^0$ 'de bekletilmiştir (Resim 12,13,14).



**Resim 11. Guinea pig dişlerinin çekimi**



**Resim 12. Guinea pig dişi**



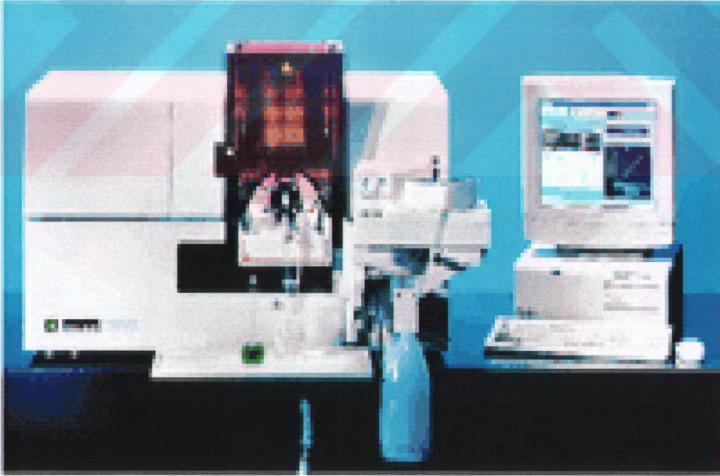
Resim 13. Pulpa ekstirpasyonu



Resim 14. Pulpa örneklerinin toplanması

### 5.2.3 Örneklerin TÜBİTAK'ta Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile cıva miktarının tayini:

Pulpa örnekleri TÜBİTAK, ( Gebze, Kocaeli ) Kimya laboratuvarlarında işleme tabi tutulmuştur. Her bir örnek 10 ml nitrik asit ve %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içerisinde çözündürülmüştür. Çözündürme esnasında hot-plate stirrer ( PC351- Corning, Acton, MA, ABD ) kullanılmıştır. Cıva (  $\mu\text{g Hg g}^{-1}$  ) tayini için; çözünen örnekler, 25 ml deiyonize suya tamamlanmış ve 0.1 ml % 6'lık HCl eklenmiştir. Solüsyonlar 25'lik beherler ( Paşabahçe, İstanbul ) içine konarak Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (Analyst 700-Perkin Elmer, Norwalk, CT, ABD) ile ölçülerek cıva tayinleri yapılmıştır (Resim 15). Bu tekniğin en hassas okuması likid içinde 2.5  $\mu\text{g Hg g}^{-1}$  cıva konsantrasyonunda gerçekleştirilmektedir. Örnek miktarların düşük olması nedeniyle her pulpa için bir okuma yapılmıştır.



Resim 15. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi

#### 5.2.4 İstatistiksel analiz:

İstatistiksel analizler Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalında gerçekleştirilmiştir. Gruplardaki pulpa cıva değerleri sunulurken dağılımların merkez ölçüsü olarak Aritmetik ortalama, yaygınlık ölçüsü olarak da Standart Sapma kullanılmıştır. Veri değerleri  $\pm$  standart sapma olarak belirtilmiş,  $p$  değeri  $< 0.05$  (çift kuyruk) kabul edilmiştir. Çalışma grubumuzda pulpa Hg ölçüm değerlerinin zaman içerisinde grup içi ve gruplar arası istatistiksel değerlendirilmesinde ANOVA testi uygulanmıştır. Gruplar arası farklılıkların sağlanması için Post hoc test (Tukey) kullanılmıştır.



#### 4. BULGULAR:

Çalışmamıza dahil edilen kontrol, GC Lining LC, Ionoseal ve Vitrebond gruplarına ait pulpa örnekleri Hg içermektedir.

Kontrol grubuna ait tüm pulpa örneklerinin 1., 7., 30. ve 60. gün Hg değerleri Tablo 5'de gösterilmiştir.

GC Lining LC grubuna ait tüm pulpa örneklerinin ait 1., 7., 30. ve 60. gün Hg değerleri Tablo 6 'de gösterilmiştir.

Ionoseal grubuna ait pulpa örneklerinin ait 1., 7., 30. ve 60. gün Hg değerleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

Vitrebond grubuna ait pulpa örneklerinin ait 1., 7., 30. ve 60. gün Hg değerleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Grup içi kıyaslamada, Kontrol (K) grubu pulpa örnekleri arası Hg değeri 30. günde anlamlı bir şekilde artmaktadır ( $p < 0.01$ ) (Şekil 2).

GC Lining LC (G) grubu pulpa örnekleri arası Hg değeri 1. ve 30.gün arası anlamlı bir fark göstermiştir ( $p < 0.01$ ) (Şekil 3).

Ionoseal (I) grubu pulpa örnekleri arası Hg değeri 30. günde anlamlı bir şekilde artmaktadır ( $p < 0.01$ ) (Şekil 4).

Vitrebond (V) grubu pulpa örnekleri arası Hg değeri 30. günde anlamlı bir şekilde artmaktadır ( $p < 0.01$ ) (Şekil 5).

Tüm gruplar için, grup içi farklı zamanlarda pulpa Hg ortalama  $\pm$  SS değerleri Tablo 9'da karşılaştırılmıştır.

Tüm gruplar için, grup içi farklı zamanlarda pulpa Hg ortalama  $\pm$  SS değerleri Tablo 10'da karşılaştırılmıştır.

Gruplar arası kıyaslamada; 1.gün Hg değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p > 0.5$ ).

7.gün Hg değerleri açısından K grubu ile G,I,V grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

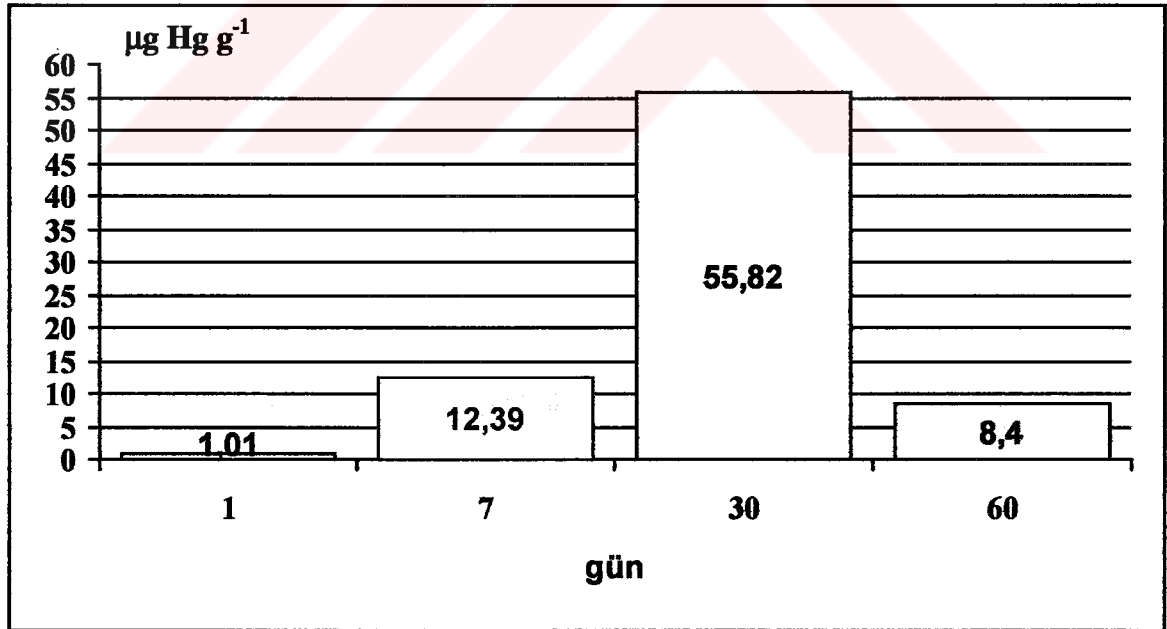
30.gün Hg değerleri açısından K grubu ile G,I,V grupları arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

60.gün Hg değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p > 0.5$ ).

K, G, I ve V gruplarının farklı zamanlarda grup içi grafiksel olarak karşılaştırılması Şekil 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 5. Kontrol grubu pulpa Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )**

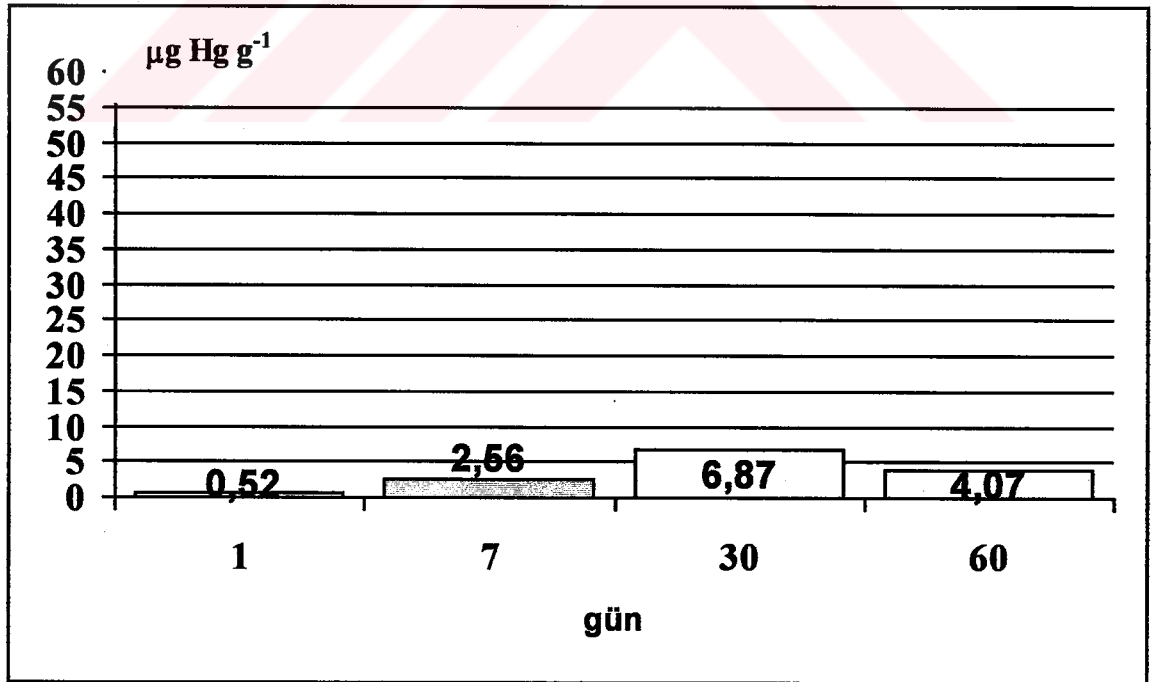
K grubu pulpa örnekleri	1.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	7.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	30.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	60.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )
1	1,930	16,881	54,824	20,367
2	0,081	10,354	79,663	1,704
3	1,631	12,546	45,812	2,345
4	0,414	8,893	69,917	14,234
5	0,889	7,196	20,715	9,765
6	0,536	19,877	47,892	3,409
7	1,632	11,002	71,899	7,009
ortalama	1,016	12,392	55,817	8,404



**Şekil 2. Kontrol grubu ortalama pulpa Hg değerleri**

**Tablo 6. GC Lining LC grubu pulpa Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )**

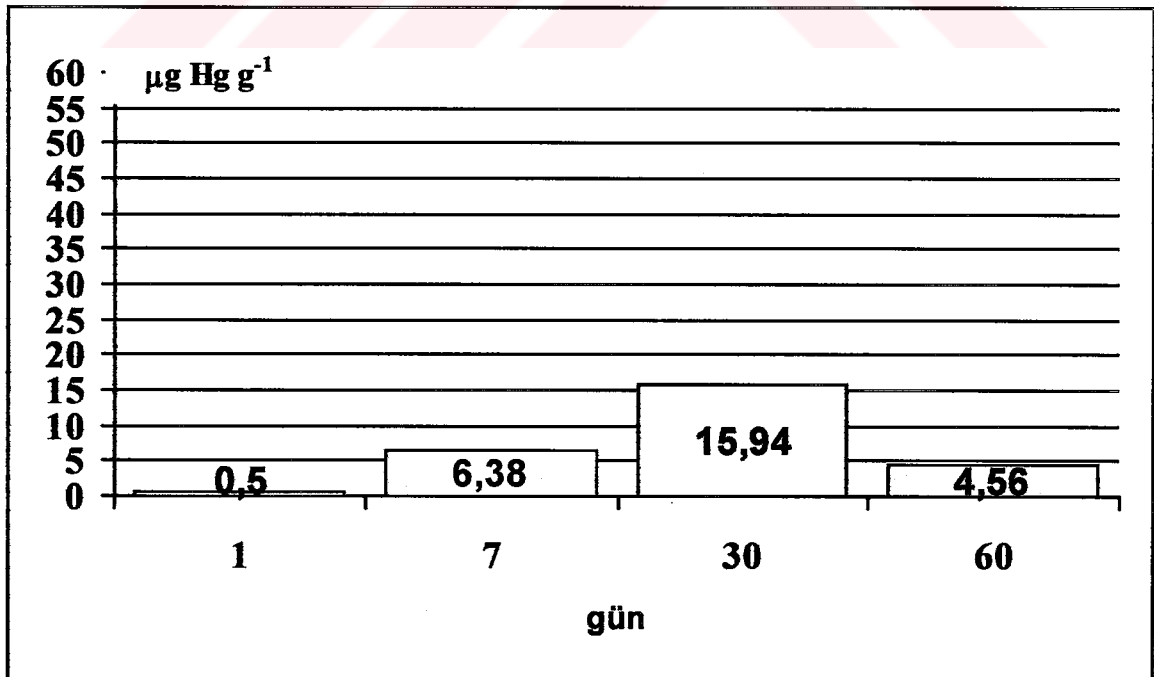
G grubu pulpa örnekleri	1.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	7.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	30.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	60.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )
1	1,728	0,812	1,422	9,419
2	0,079	1,235	9,003	0,655
3	1,430	4,299	9,87	0,211
4	0,005	0,873	3,46	6,678
5	0,024	3,762	2,113	2,761
6	0,105	4,675	8,788	2,901
7	0,324	2,311	13,454	5,897
ortalama	0.527	2.566	6.872	4.074



**Şekil 3. GC Lining LC grubu ortalama pulpa Hg değerleri**

**Tablo 7. Ionoseal grubu pulpa Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )**

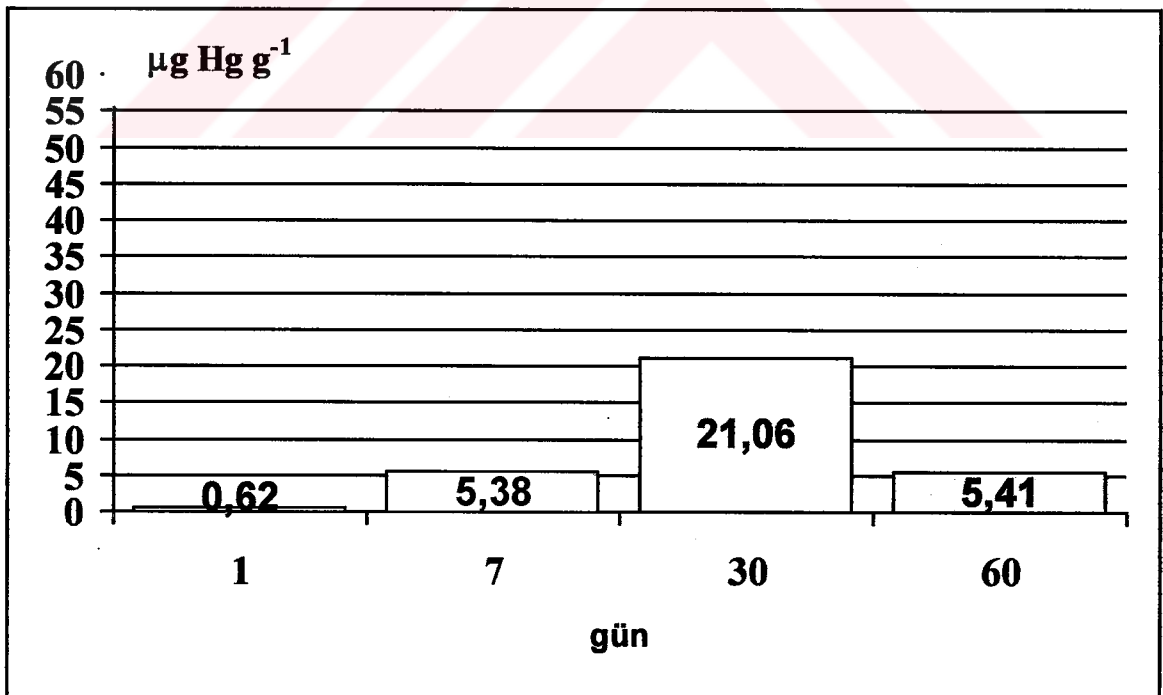
I grubu pulpa örnekleri	1.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	7.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	30.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	60.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )
1	0,106	3,988	10,469	10,324
2	0,043	4,667	42,176	0,734
3	1,002	4,961	4,781	1,378
4	0,067	6,772	21,542	5,918
5	0,632	4,882	8,934	5,672
6	0,079	11,672	3,742	3,124
7	1,632	7,769	19,903	4,789
ortalama	0.508	6.387	15.935	4.562



**Şekil 4. Ionoseal grubu ortalama pulpa Hg değerleri**

**Tablo 8. Vitrebond grubu pulpa Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )**

V grubu pulpa örnekleri	1.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	7.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	30.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )	60.gün ölçümü Hg değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ )
1	0,263	4,872	23,927	15,436
2	0,080	2,982	65,723	0,722
3	1,600	5,347	11,546	1,346
4	0,296	5,213	17,769	7,876
5	0,660	2,635	5,768	4,442
6	0,392	5,762	9,855	2,962
7	1,160	10,914	12,876	5,108
ortalama	0.624	5.389	21.066	5.413



**Şekil 5. Vitrebond grubu ortalama pulpa Hg değerleri**

**Tablo 9. Pulpa Hg ortalama  $\pm$  SS değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ ), grup içi farklı zamanlarda karşılaştırılması**

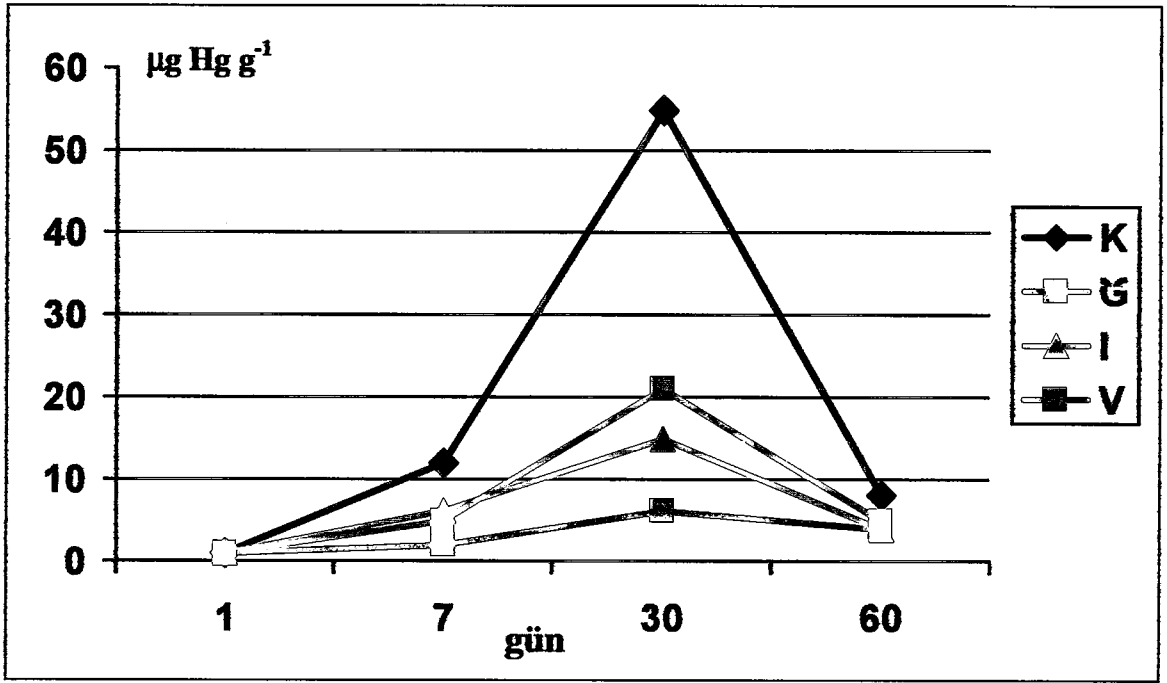
	K grubu Hg ortalama $\pm$ SS değerleri	G grubu Hg ortalama $\pm$ SS değerleri	I grubu Hg ortalama $\pm$ SS değerleri	V grubu Hg ortalama $\pm$ SS değerleri
1.gün ölçümü	1,01 $\pm$ 0,71*	0,52 $\pm$ 0,73 *	0,50 $\pm$ 0,61*	0,63 $\pm$ 0,55*
7.gün ölçümü	12,39 $\pm$ 4,50 *	2,56 $\pm$ 1,66	6,38 $\pm$ 2,67*	5,38 $\pm$ 2,71*
30.gün ölçümü	55,82 $\pm$ 20,09 *	6,87 $\pm$ 4,55 *	15,94 $\pm$ 13,46 *	21,07 $\pm$ 20,54 *
60.gün ölçümü	8,40 $\pm$ 6,92*	4,07 $\pm$ 3,37	4,56 $\pm$ 3,24*	5,41 $\pm$ 5,03*

\* Repeated Measures ANOVA ( $p<0.01$ )

**Tablo 10. Pulpa Hg ortalama  $\pm$  SS değerleri ( $\mu\text{g Hg g}^{-1}$ ), gruplararası farklı zamanlarda karşılaştırılması**

	K grubu Hg ortalama $\pm$ SS değerleri	G grubu Hg ortalama $\pm$ SS değerleri	I grubu Hg ortalama $\pm$ SS değerleri	V grubu Hg ortalama $\pm$ SS değerleri
1.gün ölçümü	1,01 $\pm$ 0,71	0,52 $\pm$ 0,73	0,50 $\pm$ 0,61	0,63 $\pm$ 0,55
7.gün ölçümü	12,39 $\pm$ 4,50 *	2,56 $\pm$ 1,66 *	6,38 $\pm$ 2,67 *	5,38 $\pm$ 2,71 *
30.gün ölçümü	55,82 $\pm$ 20,09 *	6,87 $\pm$ 4,55 *	15,94 $\pm$ 13,46 *	21,07 $\pm$ 20,54 *
60.gün ölçümü	8,40 $\pm$ 6,92	4,07 $\pm$ 3,37	4,56 $\pm$ 3,24	5,41 $\pm$ 5,03

\* One way ANOVA ( $p<0.01$ )



Şekil 6. K, G, I ve V gruplarının farklı zamanlarda grup içi grafiksel olarak karşılaştırılması

## 7. TARTIŞMA:

### 7.1 Günümüzde amalgam dolgu kullanımı:

Amalgam dolgu maddesi dişhekimliğinde kullanılmakta olan restoratif dolgu maddelerinin en eskisidir. Amalgam son yıllarda estetik ve biyolojik uyum açısından tartışılan bir materyal olmakla birlikte, ülkemizde özellikle kırsal kesimde ağırlıklı olarak kullanıldığı bilinen bir gerçektir.

Amalgam bir veya daha fazla metalle, cıvanın yapmış olduğu alaşımdır. Dental amalgam; cıva, gümüş, kalay, bakır, çinko, ayrıca palladium ve indium içerir (53,115)

**Greene Vardiman Black** 1908 yılında günümüzde halen kullanılmakta olan modern amalgam dolguların ve tekniklerin temelini atmıştır (128).

British Dental Association, American Dental Association ve Canadian Dental Association gibi dişhekimliği dernekleri amalgamın kullanımını günümüzde desteklemektedirler (39).

Belçika, Danimarka, Hollanda, İsviçre, Fransa ve Almanya'da amalgam kullanımı azalmakla birlikte amalgam kullanımına dair yasal bir politika izlenmemektedir. Almanya'da amalgam kullanımına karşı olan küçük grupların sayısı giderek artmaktadır (99). İsrail, İrlanda, İzlanda, Yunanistan, İtalya ve İspanya'da amalgam yaygın olarak kullanılmaktadır (16).

**Lopes ve ark** (84) amalgamın özellikle büyük ve küçük azı dişleri bölgelerinde kullanım sıklığı küçümsenmemesi gereken en uygun malzeme olduğunu bildirmişlerdir

**Holan ve ark** (66) çocuklarda yaptıkları bir çalışmada, süt azı dişlerinde dolgu maddelerinden kaynaklanan mikrosızıntıyı ölçmek amacı ile amalgam ve kompozit reçine dolgu maddelerini birarada kullanmışlardır. Black II Açık Sandwich tekniği ile yapılan dolgularda serviko-aproksimal 1 mm alan amalgam ile doldurulmuş, üzeri kompozit reçine ile bitirilmiştir. Araştırmacılar amalgam dolgu yerleştirilen bölgede 6

ile 30 ay takip sonucunda radyografik ve klinik gözlem yolu ile incelemelerinde mikrosızıntının minimal düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

**Rupp (130)** 1980’li yıllara kadar dünyada yapılan tüm diş restorasyonlarının %75’inin amalgam olduğunu bildirmiştir. Günümüzde polimerik dolgu maddelere ilişkin odonto- teknik gelişmeler amalgam kullanımını gölgelemiş gözükmektedir. Çeşitli organizasyonların diş hekimliği sektöründe pazar paylarını genişletmek amacı ile taraflı kampanyalar başlatmaları ve özellikle çevreci kuruluşlarla medyanın amalgam hakkında yeterince ve kapsamlı araştırma yapmadan haksız eleştirileri bir çok ülkede toplumun amalgama olan güvenini sarsmıştır (17,116). Son yıllarda özellikle cıvanın insan sağlığı üzerine olası etkilerini inceleyen ve tartışan birçok makale gündeme gelmiş ve olası negatif etkileri tesbit edilememiştir. (24,83,99,116,133). Pozitif verilerin gün ışığına çıkması ile birlikte 20. yüzyılın sonunda amalgam kullanımının artık sona ereceği görüşü ortadan kalkmıştır. Amalgama alternatif olarak üretilen ve üstün özellikler sergileyen bir çok dental malzeme yanısıra; amalgam uzun ömrü ve uygulama tekniğinin kolaylığı nedeniyle halen yaygın olarak kullanımdadır (119).

**Mjör (101)** süt dişli dizide yaptıkları araştırmalarında, amalgam dolguların diş rengindeki dolgulara oranla daha uzun süre ağız içinde hizmet verdiklerini bildirmiştir

**Fuks ve ark (52)** süt azılarının Black II kaviterinde cam iyonomer ve amalgam dolguların klinik performanslarını karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonunda cam iyonomer simanın ısırma kuvvetlerinin (shear bond strenght) düşük olması nedeniyle süt dişlerinin Black II kaviterinde önerilemeyeceğini bildirmişlerdir.

**Welburg ve ark (157)** süt dişlerinde amalgam restorasyonları anatomik form, kenar bütünlüğü ve yeterlilik bakımından 5 yıl süre sonunda cam iyonomer dolgu maddesine göre daha dayanıklı bulmuşlardır.

**Farozî ve ark (48)** Fransa (Nice) ve Hollanda (Amsterdam)’da iki üniversite kliniğinde tedavi görmüş 3-12 yaş arası 460 çocuk hastayı yaş, cinsiyet, dft, DMFT, oral hijyen ve kullanılan dolgu malzemeleri açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda Nice’de süt dişlerinde % 54.3 oranında amalgam restorasyonların yapıldığı saptanırken

Amsterdam'da ki üniversite kliniğinde % 22.5 oranında 1. tercihin amalgam olduğu bildirilmiştir.

**Qvist ve ark** (125) Danimarka'da, **Friedl ve ark** (50) Almanya'da dolgu malzemeleri tercihleri açısından estetik kaygı ve sağlıklı diş dokusunun korunmasında reçine esaslı dolgu malzemelerinin; diş dokusunda harabiyetin fazla miktarlarda olduğu, büyük ve geniş dolguların gerekliliğinde ise amalgamın tercih sebebi olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmalarda belirtildiği üzere süt azı dişi tedavilerinde amalgam dolguların endikasyonu Avrupa ülkelerinde oldukça yaygın gözükmektedir.

## 7.2 Hayvan çalışmalarında kobay seçimi:

Amalgam dolgularla yapılan hayvan çalışmalarında koyun, mini domuz, köpek maymun ve guinea pig bulunmaktadır. Çalışmamızda kullanılacak uygun deney hayvanı seçiminde Animal Medical Center & Unit of Oral Pathology ( University Dental Hospital of Manchester, Manchester, İngiltere)'ye danışılmıştır. Guinea pigler küçük yapılı olmaları, organlarının ve dişlerinin insan anatomisine benzerlik göstermeleri insanda hastalık oluşturabilecek etkenlere duyarlı olmaları gibi nedenlerle tercih edilmektedirler.

Guinea pigler monofidont, toplam 20 dişi olan kobay hayvanlarıdır. Kesici dişler ile kanin-molar diş grubu arası uzun bir diş boşluğu bulunmaktadır. Diş formülasyonu aşağıda belirtilmiştir (21,86). Guinea pigler kemirgen hayvan olmaları ve dişlerinin sürekli aşınma göstermeleri nedeniyle yapılan ön çalışma sonucunda 60 günlük çalışma sürecinin uygun olacağı belirlenmiştir.

$$\begin{array}{c} 1 \quad 1 \quad 3 \\ 2 \quad (I-C-PM-M-) = 20 \\ 1 \quad 1 \quad 3 \end{array}$$

Çalışmamızda yukarıda belirtilen sebepler ve uygun bakım koşulları nedeniyle guinea pigler kullanımı tercih edilmiştir.

Guinea pigler dişhekimliği araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadırlar (56,120,138). Özellikle ortodontik tedavilerde güç magnetüdlerini, diş hareketlerini hareket yönlerini, deney süreleri ve kuvvetlerin tekrar aktivasyonu alanlarında guinea pigler uygun deneklerdir (127).

**Bawden ve ark** (4) yaptıkları in vivo çalışmalarında fluoridin maternal ve fetal metabolizmasını incelemek amacı ile hamile guinea pigleri kullanmışlardır. Araştırmacılar 3 ayrı gruba ayırdıkları guinea piglere içme suyu, tablet yada herikisi birarada olmak üzere florid vermişlerdir. Aynı araştırmacılar yaptıkları başka bir çalışmada ise guinea pigleri kullanarak akut maternal florid dozun, fetal plazma florid düzeyleri ve mine dokusu üzerine olan etkilerini incelemişlerdir (3).

**Reichl ve ark** (126) reçine esaslı dolgu malzemelerinden salınan HEMA'nın vücuda giriş yollarını araştırmak amacı ile yaptıkları in vivo çalışmalarında guinea pigleri kullanmışlardır.

**Özdiler ve ark** (120) guinea piglerden insan mandibulasına benzer özellik taşımaları nedeniyle mandibular landmarkları saptamada yararlanmışlardır.

**Takano ve ark** (145) yaptıkları bir hayvan çalışmasında, guinea piglerin sement dokusunu inceleyerek selüler ve aselüler sementin oluşum ve depozisyon mekanizmalarını incelemişlerdir.

### **7.3 Pulpa dokusunda Hg tayini:**

Literatür incelendiğinde kan, idrar, anne sütü, saç ve tükürük gibi biyolojik örneklerde cıva ölçümü Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile yapılmaktadır (11,132,158) AAS'nın yanısıra, Autometalografi (AMG) sülfid/selenid'e bağlı cıvayı ölçen ve yüksek hassasiyete sahip tek histo-kimyasal yöntemdir (136). AMG yöntemi geçişi hücresel alan olarak tesbit etmekte ancak nominal değer verememektedir. Cıvanın pulpa dokusundaki tayini daha önce insan ve köpek dişlerinde AAS ile; minidomuz maymun ve sıçan dişlerinde ise AMG yöntemi ile tesbit edilmiştir (67,68,79,110).

**Möller (110)** insan küçük azı dişlerinde yaptığı in vitro çalışmada; kaide kullanmadan amalgam dolgu yerleştirmiştir. Amalgam dolguları 30 dakika, 2 saat, 1 gün ve 1 hafta sonunda AAS yöntemi ile incelemiş ve pulpa dokusuna Hg geçişine sebep olduğunu tesbit etmiştir. 1.gün ve 1.hafta sonunda belirlenen cıva ölçümleri arasında anlamlı fark bulmuştur. Pulpa ve dolgu arası uzaklık hesap edilerek Hg'nin geçişine etkisi incelenmiş; anlamlı bir ilişki tesbit edilememiştir.

**Lentz ve ark (79)** köpeklerde yaptığı bir çalışmada; kesici, küçük ve büyük azı dişlerine kaide kullanmadan yerleştirdiği amalgam dolguların 1 saat, 1 gün, 1 hafta ve 3 ay sonunda AAS yöntemi ile incelemiş ve pulpaya Hg geçişi tesbit edilmiştir. 7.gün Hg ölçüm değerlerinde anlamlı fark gözlenmiştir. Araştırmacılar elde ettikleri örnekleri ayrıca Scanning electron mikroskobu ile de incelemişlerdir (80).

**Hörsted-Bindslev ve ark (67)** maymunlarda yaptığı çalışmada; kesici, kanin ve büyük azı dişlerine CaOH (Dycal) kaide kullanarak yerleştirdiği amalgam dolguların 12 ay sonunda; AMG yöntemi ile incelemişlerdir. Kontrol grubu olarak kaideli kompozit dolgular yapmışlar ve 90 gün sonunda pulpa dokuları incelenmiştir. Çalışma sonunda pulpaya Hg geçişini tesbit etmişlerdir.

Ülkemizde; **Kandemir ve ark (73)** retrospektif olarak insanlarda yaptıkları çalışmada amalgam dolgusu olan ve olmayan bireylerin çekilen diş pulpalarında AAS yöntemi ile cıva tesbit etmişlerdir.

**Hörsted-Bindslev ve ark (68)** mini domuzlarda yaptığı çalışmada; kanin ve büyük azı dişlerine tek bir tip RMCİS kaide (Vitrebond) kullanarak yerleştirdikleri amalgam dolguları 17-28 ay sonunda AMG yöntemi ile incelemiş ve pulpaya Hg geçişini tesbit etmişlerdir. Araştırmacılar RMCİS'in, Hg geçişini önlemede kaide maddesi olarak uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, guinea piglerin kesici dişlerine 3 değişik tip RMCİS kaide kullanılarak yerleştirilen amalgam dolguların 1 gün, 1 hafta, 1 ay ve 2 ay sonunda AAS yöntemi ile incelenmiş ve pulpaya Hg geçişi tesbit edilmiştir. Çalışmamız AAS yöntemi ile yapılan

ilk kaideli amalgam çalışmasıdır. Çalışmamız belirli ölçüler çerçevesinde **Hörsted-Bindslev ve ark** 'nın çalışması ile uyum göstermektedir.

#### **7.4 Amalgam dolgulardan Hg salınımı:**

**Didley ve ark** (30) cıva alımının hava, su ve özellikle balık tüketimine bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Farklı kimyasal yapılarda bulunan cıva bileşikleri, solunum ve sindirim sistemi yoluyla vücuda girebilmektedir.

Amalgam dolgu maddesinin uygulanımı sonrası, yapısında bulunan cıva, tükürüğe salınmaktadır. Ayrıca cıva; kan, tükürük, idrar, feçes, saç, dentin ve pulpa'da değişik metodlarla tesbit edilebilmektedir (30,149). Amalgam dolgudan dentine ve pulpaya cıva geçebilmekte ve zamana bağlı olarak farklı cıva salınım düzeyleri gözlenebilmektedir

**Kandemir ve ark** (73) yaptıkları araştırmalarında amalgam dolgusu olmayan bireylerin diş pulpalarında cıva tesbit etmişler ve bunu deniz ürünleriyle beslenmeye bağlı olduğunu ifade etmiştir. Çalışmamızda guinea pigler standart koşullarda beslenmiş ve deniz ürünleri tüketmemişlerdir. Bu nedenle besin yolu ile cıva geçişi çalışmamızda söz konusu değildir.

**Berdouses ve ark** (6) in vitro olarak yaptıkları çalışmalarında, yapay ağız ortamında çiğneme ve fırçalama işlevlerine bağımlı olarak geleneksel ve yüksek bakırlı amalgam dolgu yapımı sonrası, 1. ,7., 15. ve 30. gün sonunda salınan günlük Hg dozunu ( $\mu\text{g}$ ) belirlemişlerdir. Her iki tip amalgam dolgudan Hg salınımının 30 gün içerisinde giderek azaldığını bildirilmiştir. Geleneksel tip amalgamdan salınan Hg miktarı yüksek bakırlı amalgamdan salınan Hg'ya oranla daha az tesbit edilmiştir.

Çalışmamızda, in vivo olarak kontrol grubu yüksek bakırlı amalgam dolgulardan salınan Hg, 1.,7.,30. ve 60. günlerde hiç bir engelle karşılaşmadan (kaide maddeleri uygulanmamasına bağlı olarak) pulpa dokusuna geçmiştir.

Çalışma ortam ve metodlarındaki farklılıklar gözönüne alınarak, **Berdouses ve ark.**'nın (6) aksine çalışmamızda, Hg dozunun ( $\mu\text{g}$ ) genel olarak 1. günden itibaren 30.güne kadar artış gösterdiği, daha sonra düşüşe geçtiği tesbit edilmiştir .

#### **7.5 Amalgam dolguların altına kaide maddesi uygulaması:**

Amalgam dolgular diğer dolgu maddelerine oranla daha fazla sızıntı göstermektedir Buna neden olarak amalgamın diş dokusuna tutunamaması, diş dokusu ile arasındaki ısıl genişleme katsayı farklılığı, sertleşmesi esnasında boyutsal farklılıklar ve uygulanacak kaide maddesinin çözünme kapasitesi gösterilmektedir. Amalgam dolgu ve kavitenin pulpa duvarları arasında gerçekleşen mikrosızıntı; diş dokusunda marjinal renklenme, işlem sonrası hassasiyet, rekürrent çürük, bakteri ve çeşitli kimyasal maddelerin infiltrasyonuna neden olabilir (147). Diğer dokulara oranla pulpa dokusu mukopolisaakrit bağ dokusu yapısı itibari ile Hg birikimine çok uygundur (73). Cıvanın pulpaya penetrasyonu ve hızlı ısıl iletim kapasitesi sonucu pulpada iltihabi oluşumlar kolaylıkla gelişebilir.

Literatür incelendiğinde, amalgam dolgu altına kaide maddesi kullanımına yönelik ilk çalışma; 1962 yılında **Rowe** (129) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada amalgam dolguların altına kaide maddesi kullanılarak kırılma dirençleri incelenmiştir. Araştırmacı kaide maddesi olarak çinkofosfat siman, CaOH ve ZOE kullanmıştır.

**Söremark ve ark** (137) bir olgu bildiriminde; dentin tübüllerinin örtülmesinin Hg'nun dentine geçişini engellediğini saptamışlardır.

Klasik teoride, amalgam dolgu uygulaması öncesinde kavite tabanının ince bir kaide maddesi ile örtülmesi uygun görülmüştür (100). Amaç amalgam dolgunun korozyon ürünlerinin mikro çatlakları doldurabileceği süre içinde geçici bir yalıtım sağlamaktır Yüksek bakırlı amalgamlarda korozyon olgusu sınırlıdır ve oluşması uzun zaman alır Bu nedenle geleneksel solüsyon veya çözelti tipi bir kaide kullanımı günümüzde uygun değildir.

**Grossman ve ark** (61) yaptıkları bir çalışmada amalgam dolgu maddesi altına çeşitli cila kaideleri uygulamışlardır. Araştırmacılar kaide maddesi kullanılmayan kavitelere daha fazla Ag, Hg ve Sn tesbit ederken; kaide kullanılan örneklerde Ca ve P miktarını fazla bulmuşlardır. Kaide maddesi kullanılmayan kavitelere daha fazla sızıntı tesbit edilmiştir.

**Youngson ve Holguin** (162) yaptıkları bir çalışmada, çekilmiş küçük azı dişlerinde Black II kavite hazırlamışlardır. Araştırmacılar amalgam dolgu altına kullandıkları çeşitli kaide maddelerinin mikrosızıntı değerlerini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan Cavity varnish, ZOE ve ışıkla sertleşen cam iyonomer kaide maddelerinden, cam iyonomer kaide maddesinin anlamlı derecede mikrosızıntıyı engellediğini bildirmişlerdir.

**Turner ve ark** (148) yaptıkları bir çalışmada, amalgam dolgu maddesi altına Copal varnish solüsyon kaide maddesini kullanmışlardır. Mikrosızıntıyı saptamak amacı ile yapılmış olan bu çalışmada, kaide maddesi kullanılan amalgam dolguların % 92 si başarılı bulunmamıştır. Araştırmacılar bu tip solüsyon kaide maddelerinin mikrosızıntıyı etkin bir şekilde önlemediğini bildirmişlerdir.

**Toledano ve ark** (147) yaptıkları bir çalışmada, amalgam dolgu altına 3 değişik marka çözelti tipi kaide ( Elitebond, Panavia 21, Optibond) kullanmışlar ve bu kaidelerin sızıntıya engel olup olmadıklarını boyama yöntemi sonunda stereomikroskop ile incelemişlerdir. Araştırmacılar çözelti tipi kaide maddelerinin mikrosızıntıyı etkin bir şekilde önlemediğini belirtmişler ve kalın kaidelerin kullanımlarının daha uygun olabileceğini işaret etmişlerdir.

**Morrow ve Wilson** (105) dört ayrı solüsyon ve çözelti tipi kaide maddesi (Cervitec Gluma One Bond, Panavia 21 ve Copaliner) ile yaptıkları in vitro çalışmada, kaidelerin hepsinin dentine ve pulpaya Hg'yı sızdırdığını; klasik kaidelerden biri olan Copaliner ın diğer kaidelere oranla daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

**Garcia-Godoy ve Jesen** (54) yaptıkları bir çalışmada, amalgam dolgu altında yapay çürük oluşturarak, kullanılan kaide maddelerinin oluşturulan bu çürüğe olası etkilerini

incelemişlerdir. Araştırmacılar kaidesiz amalgam, Copaliner kaide, reçine ve cam iyonomer kaide ile birlikte amalgam dolgulardan oluşan çalışma grupları arasında geleneksel cam iyonomer simanın, amalgam dolgu altında gelişebilecek çürükleri indirgediği sonucuna varmışlardır.

**Dionysopoulos ve ark** (31) çekilmiş insan küçük azı dişlerinde yaptıkları bir çalışmada Black V kaviteelerde amalgam altına iki kat Copal varnish, geleneksel cam iyonomer ışıkla sertleşen cam iyonomer kaide kullanarak 10'ar dişten oluşan gruplar oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, amalgam dolgu altına cam iyonomer kaide kullanılmasının, asit jel yolu ile oluşturdukları yapay çürüğü önlemede anlamlı derecede etkin olduğu ve çürüğü önlediğini bildirmişlerdir.

**Marchiori ve ark** (88) yaptıkları çalışmada, çeşitli kaide maddelerinin amalgam dolgu altına kullanıldıklarında oluşturdukları mikrosızıntı düzeylerini incelemişlerdir. Araştırmacılar kaide olarak kullanılan adeziv bonding, florid jeli, cavity varnish ve cam iyonomer siman arasından cam iyonomer simanın üstün özellikler sergilediğini bildirmişlerdir.

**Hörsted-Bindslev ve ark** (67) maymunlarda yaptığı çalışmada; kesici, kanin ve büyük azı dişlerine CaOH (Dycal) kaide kullanarak yerleştirdiği amalgam dolguların 12 ay sonunda; AMG yöntemi ile incelemişlerdir. Kontrol grubu olarak kaideli kompozit dolgular yapmışlar ve 90 gün sonunda pulpa dokularını incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda pulpaya Hg'nin geçtiğini saptamışlardır.

Kalın kaidelerden CaOH ağız içi sıvılarında çözünebilmektedir (1). Cam iyonomer simanlar CaOH ile karşılaştırıldığında ağız içi sıvılarda daha yavaş çözünmektedir. Geleneksel cam iyonomer simanlar, su içermeleri ve cıvanında su içeren bu simanlarda kolaylıkla ilerlemesi nedeniyle amalgam dolguların altına kullanılması uygun değildir. RMCİS'lar diş dokusuna iyi bağlanabilmeleri, derin kaviteelerde hassasiyeti azaltma ve florid salınım özellikleri nedeniyle amalgam altı kaide maddesi olarak kullanılmalrı uygun gözükmemektedir (20).

## 7.6 RMCİS'ların kaide maddesi olarak kullanımı:

Cam iyonmer simanların modifiye edilmiş hali olan ışıkla sertleşen RMCİS günümüzde çocuklarda kullanabilecek en uygun dolgu ve kaide maddeleridir (45,92,114).

Günümüzde RMCİS'ların kaide maddesi olarak 0.5-2 mm arasında kullanılmaları öngörülmektedir (27). Çalışmamızda kaide maddesi olarak kullanılan RMCİS'lar 0 5 mm kalınlığında uygulanmıştır.

**de Souza Costa ve ark** (29) yaptıkları bir çalışmada, değişik tip kaide maddelerinin insanlarda dento-pulpal yapıya olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar küçük azı dişlerinde açtıkları kaviteelerde kaide maddesi olarak adeziv bir sistem yanısıra RMCİS (Vitrebond) ve kalın kaidelerden CaOH (Dycal) uygulamışlar ve kompozit rezin dolgu maddesi ile bitim yapmışlardır. Çalışmada adeziv sistemle örtülen kaide tabanı grubunda asitleme yapılırken, diğer iki grupta kavite tabanları asitlenmemiştir. 5 ve 30 gün sonunda çekilen dişlerde mikroskobik olarak pulpa ve dentin yapısı incelenmiştir Dentin adeziv ile örtülen dişlerin diğer gruplara kıyasla daha fazla pulpa harabiyeti gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar kavite tabanlarının RMCİS örtülmesini önermektedir.

**Duke ve ark** (45) yaptıkları bir çalışmada, anhidroz bir RMCİS ( İonosit ) ve hidroz bir RMCİS (Vitrebond)'ın dentin dokusu ile ilişkili olarak oluşturduğu mikro çatlakları incelemişler ve bu boşlukların zamanla kapanmadığını belirtmişlerdir.

**Görgül ve ark** (94) yaptıkları bir çalışmada, endodontik olarak tedavi edilmiş ön dişlerde dört değişik tip cam iyonmer kaide maddesini 2 mm kalınlığında kullanmışlar ve kesici dişlerin lingual giriş kavitelelerindeki koronal mikrosızıntıyı incelemişlerdir Araştırmada, Ionoseal belirli bir oranda mikrosızıntıya neden olurken, diğer kaide maddeleriyle kıyaslandığında belirgin bir fark yaratmamıştır.

**Kakaboura ve ark** (72) yaptıkları bir çalışmada, 3 değişik tip cam iyonmer kaide maddesini doldurucularından ayıştırarak suda çözünürlükleri açısından incelemişlerdir Araştırmacılar, BisDMA/BisGMA monomeri ihtiva ettiği belirlenen Ionoseal'in dentin

yüzeyinde geniş marjinal aralıklar oluşturduğunu ve diğer maddelerle kıyaslandığında bu farkın anlamlı derecede fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda Ionoseal kaide maddesinin pulpa dokusuna Hg sızdırması açısından diğer kaide maddeleri ile kıyaslandığında anlamlı bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir

**Kanchanasita ve ark (74)** yaptıkları bir çalışmada, değişik marka RMCİS'ların ( GC Lining LC, Vitrebond) 5 dk, 1 saat, 1, 7, 30, 90, 180 ve 360 gün sonunda distile su ve yapay tükürük emilimlerini ve ilişkili olarak yüzey sertliklerini incelemişlerdir Vitrebond zaman içerisinde hem distile suda (daha fazla olmak üzere) hem de yapay tükürükte emilimini azaltırken, yüzey sertliğini arttırmıştır. GC Lining LC ise zaman içerisinde distile suda emilimini azaltırken, yapay tükürükte beklenmedik bir şekilde emilimin arttırmış ve yüzey sertliğinde düşüş tesbit edilmiştir.

**Irie ve Suzuki (69)** yaptıkları in vitro bir çalışmada RMCİS kaide maddelerinin karıştırılmalarından 30 dk sonra marjinal gap oluşturma olasılıklarını incelemişlerdir Çalışmalarında ışıkla sertleşen kaide maddelerinin kimyasal sertleşenlere oranla daha geniş gaplar oluşturduğu tesbit edilmiştir. Işıklı sertleşenler arasında Vitrebond; GC Lining LC'ye oranla anlamlı derecede daha geniş marjinal gaplar meydana getirmiştir Araştırmacılar kullanılan RMCİS kaide maddelerinin dentin dokusu ile olan marjinal adaptasyonunun tam olmadığı görüşündedirler. Çalışmada marjinal adaptasyonun eksikliğinde gelişebilecek gapların bakteri infiltrasyonu ve pulpa harabiyetine sebep olabileceği de vurgulanmaktadır.

Çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamakla birlikte GC Lining LC kaide maddesi Vitrebond'a kıyasla Hg'nin pulpa dokusuna geçişini çok daha iyi engellemiştir. Bu sonuç Vitrebond'un sızdırmaya daha yatkın olabileceği yönünde sonuç belirten **Irie ve Suzuki (69)** çalışması ile örtüşmektedir.

#### **7.7 Amalgam dolgu maddesi altına RMCİS kaide maddesi kullanılması:**

Literatür incelendiğinde amalgam dolgu maddesi altına RMCİS kaide maddesi kullanımına ilişkin sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (68).

**Hörsted-Bindslev ve ark (68)** mini domuzlarda yaptığı çalışmasında; kanin ve büyük azı dişlerine tek bir tip RMCİS kaide (Vitrebond) kullanarak yerleştirdikleri amalgam dolguları 17-28 ay sonunda incelemiş ve pulpaya Hg geçişini tesbit etmişlerdir. Araştırmacılar RMCİS'in, Hg geçişini önlemede kaide maddesi olarak uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, guinea piglerin kesici dişlerine 3 değişik tip RMCİS kaide ( GC Lining LC, Vitrebond, Ionoseal) kullanılarak amalgam dolgular uygulanmış; 1,7,30 ve 60 gün sonunda incelenen pulpa dokusunda uygulanan tüm kaide maddelerinin pulpaya çeşitli oranlarda Hg geçişi tesbit edilmiştir.

**Hörsted-Bindslev ve ark (68)** yaptıkları çalışma, AMG yöntemi ile yapıldığı için görsel olarak minimum miktar cıva geçişinde dahi 'önlemez' ibaresi kaçınılmazdır. Çalışmamızda RMCİS'lerin pulpaya Hg geçişini tam olarak önlemediği kesin olmakla beraber 7. ve 30. gün değerleri anlamlı olmak üzere Hg geçişini azalttığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak amalgam, 1800'lü yıllardan bu yana dişhekimliğinin en çok kullanılan dolgu maddesi olma özelliğini günümüzde de sürdürmektedir (17,128). Kabul etmek gerekir ki sık sık tartışmalara konu olan ve hasta, hekim, personel açısından potansiyel bir sağlık tehlikesi oluşturduğu düşünülen amalgam üzerine günümüzde de araştırmalar yoğun olarak devam etmektedir.

## 8. SONUÇ:

1. Araştırma kapsamına alınan tüm gruplardaki pulpa örnekleri Hg içermektedir Hg dentin dokusundan penetre olmaktadır.
2. Kaide maddesi kullanılmadan yapılan dolgu ve kaide maddesi kullanılarak yapılan dolguların pulpa dokusuna Hg geçişi 1 ve 60 gün sonunda anlamlı bir fark oluşturmamakla beraber, 7 ve 30 gün sonunda kaide maddesinin Hg geçişini anlamlı ölçüde azalttığı belirlenmiştir.
3. Kullanılan her 3 kaide maddesi kıyaslandığında pulpa dokusuna Hg geçişini önleme açısından anlamlı bir fark tesbit edilmemiştir.
4. Amalgam dolgular; Hg salınımı belirlenen toksik doz eşiğinin oldukça altında seyretmesi nedeniyle günümüzde ve gelecekte güvenle kullanılabilirler.
5. RMCİS'lar Hg salınımının pulpa dokusuna geçişini belirli miktarlarda önlemenin yanısıra belirtilen diğer üstün özellikleri nedeni ile amalgam dolgular altına kullanıma en uygun kaide maddeleridir.

## 9. KAYNAKLAR:

1. Akester J.: Disappearing dycal. Br. Dent. J., 146:369, 1979.
2. Alster D., Feilzer A.J., De Gee A.J, Mol A., Davidson C.L.: The dependence of shrinkage stress reduction on porosity concentration in thin resin layers. J. Dent. Res 71:1619-1622, 1992.
3. Bawden J.W., Deaton T.G., Koch G.G., Crawford B.P.: Effect of an acute maternal fluoride dose on fetal plasma fluoride levels and enamel fluoride uptake in guinea pigs. J. Dent. Res., 68:1169-1172, 1989.
4. Bawden J.W., Deaton T.G., Koch G.G., Crawford B.P.: Fluoride uptake in hard tissues of fetal guinea pigs in response to various dose regimens. Arch. Oral. Biol 37:929-933, 1992.
5. Ben-Amar A., Cardash H.S., Judes H. : The sealing of the tooth/amalgam interface by corrosion products. J. Oral Rehabil., 22: 101-104, 1995.
6. Berdoudes E., Vaidyanathan T.K., Dastane A., Weisel C., Houpt M., Shey Z Mercury release from dental amalgams: an in vitro study under controlled chewing and brushing in an artificial mouth. J. Dent. Res., 74: 1185-1193, 1995.
7. Berg J.H.: Glass ionomer cements. Pediatric Dent., 24:430-438, 2002.
8. Berg, J.H.: The continuum of restorative materials in pediatric dentistry- a review for the clinician. Pediatric Dent., 20: 93-100, 1998.
9. Bilgin Z. Pedodontide rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve kompomerler. A. Ü Diş Hek. Fak. Derg., 27:439-444, 2000.
10. Björkman L., Sandbogrth-Englund G., Extrand J. : Mercury in saliva and feces after removal of amalgam fillings. Toxicol . Appl. Pharmacol., 144:156-162, 1997.

11. Boaventura G.R., Barbosa A.C., East G.A.: Multivessel system for cold-vapor mercury generation. Determination of mercury in hair and fish. *Biol. Trac Elem. Res* 60:153-161, 1997.
12. Boeckh C., Schumacher E., Podbielski A., Haller B.: Antibacterial activity of restorative dental materials in vitro. *Caries Res.*, 36:101-107, 2002.
13. Boksman L., Gratton D.R., McCutcheon E., Plotzke O.B.: Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealant. *Quint. Int.*, 18:707-709, 1987.
14. Brackett M.G., Dib A., Brackett W.W., Estrada B.E., Reyes A.A.: One-year clinical performance of a resin-modified glass ionomer and a resin composite restorative material in unprepared class V restorations. *Oper. Dent.*, 27: 112-116, 2002.
15. Brian W.O.J.: Dental amalgams. In: *Dental materials and their selection*.ed 2 ed Quintessence Books, Ann Harbor, MI, p.187-201, 1997.
16. British Society of Paediatric Dentistry. A policy document on the use of amalgam in paediatric dentistry. *Int. J. Paediatr. Dent.*,11:233-238, 2001.
17. Büyükgökçesu S.: Amalgam restorasyonların bakımındaki ( cila, remodelaj, onarım yenilenme) kriterler ve amalgamın geleceği. *T.D.B.D.*, özel sayı,71: 38-41, 2002.
18. Cattani-Lorente M.A., Dupuis V., Pyan J., Moya F., Meyer J.M.: Effect of water on the physical properties of resin modified glass ionomer cements. *Dent. Mater.*, 15:71-78 1999.
19. Chandler N.P., Heling I.: Efficacy of three cavity liners in eliminating bacteria from infected dental tubules. *Quintessence Int.*, 26:9, 1995.
20. Christensen G.J.: Direct restorative materials, what goes where?. *J.Am. Dent. Assoc* 134:1395-1397, 2003.

21. Cooper G., Schiller A.L.: Anatomy of the Guinea Pig. Harvard University Press Cambridge, 1975.
22. Croll T.P.: Glass ionomers for infants, children, and adolescents. J.Am. Dent Assoc., 120:65-68, 1990.
23. Croll T.P., Nicholson J.W. : Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. Pediatr. Dent., 24:423-429, 2002.
24. Dalen K., Lygre G.B., Klove H., Gjerdet N.R., Askevold E.: Memory functions in persons with dental amalgam. J. Dent.,19:487-492, 2003.
25. Davidson C.L., Abdalla A.I.: Effect of occlusal loading on the marginal integrity of adhesive Class V restorations. Am. J. Dent., 7:111-114, 1994.
26. Davis E.L., Yu X., Joynt R.B., Wieczkowski Jr. G., Giordano L.: Shear strenght and microleakage of light cured glass ionomers. Am. J. Dent., 6:127-129, 1993.
27. Demirci M., Üçok M.: Hibrid iyonomer materyallerinin klinik kullanımları. Dişhek Klinik Derg, 13:104-107, 2000.
28. de Souza Costa C.A., Hebling J., Garcia-Godoy F., Hanks C.T.:In vitro cytotoxicity of five glass-ionomer cements. Biomaterials, 24:3853-3858, 2003
29. de Souza Costa C.A., Aparecida Giro E.M., Lopes do Nascimento A.B., Teixeira H.M., Hebling J.: Short-term evaluation of the pulpo-dentin complex response to a resin-modified glass-ionomer cement and a bonding agent applied in deep cavities Dent.Mater.,19:739-746,2003.
30. Didley D.C., Bawden J.W.: Mercury exposure due to environmental factors and amalgam restorations in a sample of North Carolina children. Pediatr. Dent., 21:114-117, 1999.

31. Dionysopoulos P., Kotsanos N., Papadogianis Y.: Secondary caries formation in vitro around glass ionomer-lined amalgam and composite restorations J. Oral. Rehabil., 23:511-519, 1996.
32. Dodes J.E.: The amalgam controversy, an evidence-based analysis. J. Am. Dent Assoc., 132:348-356, 2001.
33. Drummond J.L., Cailas M.D., Croke K.: Mercury generation potential from dental waste amalgam. J. Dent., 31:493-501, 2003.
34. Eide R., Wesenberg G.B., Fosse G.: Mercury in primary teeth in preindustrial Norway. Scand. J. Dent. Res., 101:1-4, 1993.
35. Eide R., Schiöning J.D., Bjugn R., Wesenberg G.R., Fosse G.: Autometallographic demonstration of mercury in rat molars. Scand. J. Dent. Res., 102: 76-80, 1994.
36. Elderton R.J.: Restorations without conventional cavity preparations. Int. Dent J.,38:112-118, 1988.
37. Eley B.M., Cox S.W.: Mercury from dental amalgam fillings in patients. Br. Dent J., 163:221-226, 1987.
38. Eley B.M., Cox S.W.: The release, absorbtion and possible health effects of mercury from dental amalgam: a review of recent findings. Br. Dent. J., 175:355-362, 1993.
39. Eley B.M.: The future of dental amalgam: a review of the literature Part 1:Dental amalgam structure and corrosion. Br. Dent. J., 182:247-249, 1997.
40. Eley B.M.: The future of dental amalgam: a review of the literature Part 2: Mercury exposure in dental. Br. Dent. J., 182:293-297, 1997.
41. Eley B.M. : The future of dental amalgam: a review of the literature Part 3: Mercury exposure from amalgam restorations in dental patients. Br. Dent. J., 182:333-338, 1997

42. Eley B.M.: The future of dental amalgam: a review of the literature Part 4: Mercury exposure hazards and risk assessment. Br. Dent. J., 182: 373-381, 1997.
43. Eley B.M. : The future of dental amalgam: a review of the literature Part 5: Mercury in the urine, blood and body organs from amalgam fillings. Br. Dent. J., 182:413-417 1997.
44. Eli I., Cooper Y., Ben-Amar A.: Antibacterial activity of three dental liners J Prostho., 4:3-7, 1995.
45. Elledge D.A: Multifunctional bases and liners. Dent. Clin. North Am., 42:739-754 1998.
46. Ersöz E. Cam iyonomer simanların sınıflandırılması. Türk Dişhek. Bir. Derg., 71 52-54, 2003
47. Fiegall R.J.: Sealants and preventive restorations: review of effectiveness and clinical changes for improvement. Pediatric Dent., 20:285-292, 1998.
48. Farozi A.M., Lup-Pegurier L., Muller M., Weerheijm K.I.: Restorative materials used on primary teeth: A comparative study between two European Universities. Nice and Amsterdam. J. Dent. Child., 68:339-343, 2001.
49. Forss H., Halme E.: Retention of a glass ionomer cement and a resin based fissure sealant and effect on carious outcome after 7 years. Community Dent. Oral Epidemiol 26:21-25, 1998.
50. Friedl K.H., Hiller K.A., Schmalz G.: Placement and replacement of composite restorations in Germany. Oper. Dent., 20:34-38, 1995.
51. Friedll K.H., Schmalz G., Hiller K.A., Shams M.: Resin modified glass ionomer cements: fluoride release and influence on *Streptococcus mutans* growth. Eur. J. Oral Sci., 105:81-85, 1997.

52. Fuks A.B., Shopira J., Biclaks S.: Clinical evaluation of a glass ionomer cement used as a class II restorative material in primary molars. *J. Pedodontics*, 8: 393-396 1984.
53. Fuks A.: The use of amalgam in pediatric dentistry. *Pediatr. Dent.*, 24:448-455 2002.
54. Garcia-Godoy F., Jesen M.E.: Artificial recurrent caries in glass ionomer-lined amalgam restorations. *Am. J. Dent.*, 3:89-93, 1990.
55. Geijersstam E., Sandborgh-Englund G., Jonsson F, Ekstrand J.: Mercury uptake and kinetics after ingestion of amalgam. *J. Dent. Res.*, 80: 1793-1796, 2001.
56. Gerling J.A., Sinclair P.M., Roa R.L.: The effect of pulsating electromagnetic fields on condylar growth in guinea pigs. *Am. J. Orthod.*, 211-223, 1985.
57. Glasspoole E.A., Erickson R.L., Davidson C.L.: Effect of surface treatments on the bond strenght of glass ionomers to enamel. *Dent. Mater.*, 18:454-462, 2002.
58. Raadal M., Espelid I., Mejare I.: The caries lesion and its management in children and adolescents. In: Koch G., Poulsen S.: *Pediatric Dentistry*. Ed. Munksgaard Copenhagen, 178, 2001.
59. Görgül G., Dolar K., Üçtaşlı M., Tınaz C., Çankaya F., Kınoglu T.: Evaluation of coronal microleakage of four different glass-ionomer cements in endodontically treated teeth. *J. Marmara Univ. Dent. Fac.*, 2:546-550, 1996.
60. Gray A.W.: Contraction and expansion of amalgams with time. *Phys. Rev.* 18: 108-113, 1921.
61. Grossman E.S., Witcomb M.J., Matejka J.M.: Influence of amalgams, bases and varnish on seal composition of restoration tooth interface. *J. Prosthod.*, 73:290-298 1995.

62. Henderson D.C., Clifford R., Young D.M. : Mercury-reactive lymphocytes in peripheral blood are not a marker for dental amalgam associated disease. *J. Dent* 29:469-474, 2001.
63. Hicks J., Milano M., Seybold S., Garcia-Godoy F., Flaitz C.: Fluoride-releasing resin bonding of amalgam restorations in primary teeth: in vitro secondary caries effect *Am. J. Dent.*, 15:361-364, 2002.
64. Hilton T.J.: Cavity sealers, liners and bases. Current philosophies and indications for use. *Oper. Dent.*, 21:4, 1996.
65. Hinoura K., Miyazaki M., Onose H.: Dentine bond strenght of light cured glass ionomer cements. *J. Dent. Res.*, 70: 1542-1544, 1991.
66. Holan G., Chosack A., Eidelman E.: Clinical evaluation of class II combined amalgam-composite restorations in primary molars after 6 to 30 months. *J. Dent. Child* 63:341-345, 1996.
67. Hörsted Bindslev P., Bolewska J.E., Arenholt-Bindslev D., Danscher G.: Dentinal transport of mercury from dental silver amalgam restorations. *Progr. Histochem Cytochem.*, 23: 321-326, 1991.
68. Hörsted Bindslev P., Danscher G.H., Hansen J.C.: Dentinal and pulpal uptake of mercury from lined and unlined amalgam restorations in minipigs. *Eur. J. Oral Sci* 105:338-343, 1997.
69. Irie M., Suzuki K.: Marginal gap formation of light activated base/liner materials effect of setting shrinkage and bond strenght. *Dent. Mater.*, 15:403-407, 1999.
70. Johansen J.R.: Reimplantation of mandibular incisors in the guinea pig. A histologic and autoradiographic study. *Acta Odontol. Scand.*, 28: 633-660, 1970.

71. Josclow M.M., Goldwater L.J., Herntion J., Alvarez A.: Absorbtion and excretion of mercury in man.XV. Occupational exposure among dentists. Arch. Environ. Health 17:39-43, 1968.
72. Kakaboura A.I., Eliades G.C., Palaghias G.: Laboratory evaluation of three visible light-cured resinous liners. J. Dent.,24:223-31, 1996.
73. Kandemir S., Goulding S., Henden E.: Mercury concentration in the pulp of molar teeth with and without amalgam fillings. Ege Dis Hek. Fak. Derg., 18:132-136, 1997.
74. Kanchanasavita W., Anstice H.M., Pearson G.J.: Long-term surface microhardness of resin modified glass ionomers. J. Dent., 26:707-712, 1998.
75. Kerby R.E., Knobloch L.: The relative shear bond strenght of visible light curing and chemically curing glass ionomer cement to composite resin. Quintessence Int 23:641-644, 1992.
76. Komatsu H., Shimokobe H., Kawakami S., Yoshimura M.: Caries preventive effect of glass ionomer sealant reapplication: Study presents three years results. J. Am. Dent Assoc., 125:543-549, 1994.
77. Lan W.H., Lan W.C., Wang T.M., Lee Y.L., Tseng W.Y., Lin C.P., Jeng J.H Chang M.C.: Cytotoxicity of conventional and modified glass ionomer cements. Oper Dent.,28:251-259,2003.
78. Leistevuo J., Leistevuo T., Helenius H., Pyy L., Osterblad M., Huovinen P Tenevuo J. : Dental amalgam fillings and the amount of organic mercury in human saliva. Caries Res., 35:163-166, 2001.
79. Lentz D.L., Buchanan J.T., Zardiackkas L.D., Alexander J.: Mercury penetration into the pulp of teeth restored with amalgam. Am. J. Dent., 2:171-173, 1989.

80. Lentz D.L., Buchanan J.T., Basinger D.R.: Analysis of dental pulp in restored teeth Scanning Microscopy, 3:193-198, 1989.
81. Lewis B.A., Burgess J.O., Gray S.E. , Mechanical properties of dental base materials. Am .J. Dent., 5:69-72, 1992.
82. Leyhausen G., Abtahi M., Karbakhsch M., Sapotnick A., Geurtsen W Biocompatibility of various light-curing and one conventional glass-ionomer cement Biomaterials,19:559-64, 1998.
83. Lobner D., Asrari M.: Neurotoxicity of dental amalgam is mediated by zinc. Dent Res., 82:243-246, 2003.
84. Lopes G.C., Ferreira R.S., Baratieri L.N.: Büyük ve küçük azı dişler bölgesinde doğrudan kompozit restorasyonlar, yeni teknikler ve klinik olanaklar. Quintessence Türk.,2: 9-13,2002.
85. Macchi R.L.: Modern restorative dentistry: a new approach. Int. Dent. J., 38: 87-90 1988.
86. Manning P.J., Wagner J.E., Harkness J.E.: Biology and Diseases of Guinea Pigs In Fox J.G., Cohen B.J., Loew F.M.: Laboratory Animal Medicine. Ed. Academic Press 149-181, 1984.
87. Marek M.: The release of mercury from dental amalgam. The mechanism and in vitro testing. J. Dent. Res., 69: 1167-1174, 1990.
88. Mathewson R.J., Primosch R.E.: Restorative procedures for primary molars Mathewson R.J., Primosch R.E.: Fundamentals of pediatric dentistry. Ed 3. Chicago Quintessence Publishing, 1995, 213-214.

89. Marchiori S., Baratieri L.N., de Andrada M.A., Monteiro Junior S., Ritter A.V.: The use of liners under amalgam restorations: an in vitro study on marginal leakage Quintessence Int.29:637-42,1998.
90. Mazzaoui S.A., Burrow M.F., Tyas M.J. : Fluoride release from glass ionomer cements and resin composites coated with a dentin adhesive. Dent . Mater., 16:166-171 2000.
91. McCagheren R.A., Retief D.H., Bradley E.L., Denys F.R.: Shear bond strenght of light cured glass ionomer to enamel and dentin. J. Dent. Res., 69: 40-45, 1990.
92. McDonald R.E., Avery D.R. : Dentistry for the Child and Adolescent: Resin modified glass ionomer cements. s. 361, Mosby Inc, St Louis, MSR, 2000.
93. McDonald R.E., Avery D.R.: In Dentistry for the Child and Adolescent: Amalgam s.353-359, Mosby Inc, St Louis, MSR, 2000.
94. McDonald R.E., Avery D.R.: Dentistry for the Child and Adolescent: Cavity varnishes and cement bases. s. 352, Mosby Inc, St Louis, MSR , 2000.
95. Mc Kinnney J.E., Antonucci J.M., Rupp N.W.: Wear and microhardness of glass ionomer cements. J. Dent. Res., 66:1134-1139, 1987.
96. Mc Lean J.W., Wilson A.D.: Fissure sealing and filling with an adhesive glass ionomer cement. Br. Dent. J., 136:269-276, 1974.
97. Mc Lean J.W.: Limitations of posterior composite resins and extending their use with glass ionomer cements. Quint. Int., 18:517-529, 1987.
98. Mc Lean J.W.: Cermet cements. J. Am. Dent. Assoc., 120:43-47, 1990.
99. Merchant D., Wühr E., Kremers L.: A multicenter survey of amalgam fillings and subjective complaints in non-selected patients in the dental practice. Eur. J. Oral Sci 106:770-777, 1998.

100. Mjör I.A., Finn S.B., Quigley M.B. : The effect of calcium hydroxide and amalgam on non carious, vital dentine. *Arch. Oral Biol.*, 3:283-291, 1961.
101. Mjör I.A.: Placement and replacement of restorations. *Oper. Dent.*, 6:49-54,1981
102. Mitra S.B.: Adhesion to dentin and physical properties of a light cured glass-ionomer liner/base. *J. Dent. Res.*, 70:72-74, 1991.
103. Mongkolnam P., Tyas M.J. : Light cured lining materials: A laboratory study *Dent .Mater.*, 10:196-202, 1994.
104. Moore B.K., Avery D.R.: Dental materials.In: McDonald R.E., Avery D R *Dentistry for the Child and Adolescent.*7 ed. St Louis, Mosby, 352-361,2000.
105. Morrow L.A., Wilson N.H.: The effectiveness of four-cavity treatment systems in sealing amalgam restorations. *Oper. Dent.*, 27:549-556, 2002.
106. Mount G.J.: Clinical placement of modern glass ionomer cements. *Quintessence Int.*, 24:99-107, 1993.
107. Mount G.J. : Glass-ionomer cements: Past, present and future. *Operative Dent* 19:82-90, 1994.
108. Möller-Madsen B., Hansen J.C., Kragstrup J.: Mercury concentrations in blood from Danish dentists. *Scand. J. Dent. Res.*, 96:56-59, 1988.
109. Möller B., Granath L.E.: Reaction of the human dental pulp to silver amalgam restorations. The effect of insertion of amalgam of high plasticity in deep cavities. *Acta Odontol. Scand.*, 31:187-192, 1973.
110. Möller B. : Reaction of the human dental pulp to silver amalgam restorations Mercury determination in the pulp by flameless atomic absorption spectrophotometry *Swed. Dent. J.*, 2:93-97, 1978.

111. Neme A.L., Maxson B.B., Linger J.B., Abbott L.J.: An in-vitro investigation of variables influencing mercury vapor release from dental amalgam. *Oper. Dent.*, 27:73-80, 2002.
112. Ng B.P., Purton D.G., Hood J.A.A.: Effect of lining materials on shear bond strength of amalgam and gallium alloy restorations. *Oper. Dent.*, 23:113-120, 1998.
113. Okabe T., Elvebak B., Carrasco L., Ferracane J.L., Keanini R.G., Nakajima H Mercury release from dental amalgams into continuously replenished liquids. *Dent Mater.*, 19:38-45, 2003.
114. Osborne J.W., Summitt J.B., Roberts H.W. : The use of dental amalgam in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr. Dent.*, 24:439-447, 2002.
115. Osborne J.W. : Mercury, its impact on the environment and its biocompatibility *Oper. Dent.*, 6 (Suppl):87S-103S, 2001.
116. Osborne J.W.: Autism caused by dental amalgam?. *Oper. Dent.*, 28:665-666, 2003
117. Ortendahl T., Thilander B., Svanberg M.: Mutans streptococci and incipient caries adjacent to glass ionomer cement or resin-based composite in orthodontics. *Am J Orthod. Dentofac. Orthop.*, 112:271-274, 1997.
118. Ögaard B., Rolla G., Arends J.: Orthodontic appliances and enamel demineralization, part 1: lesion development. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 94:68-73, 1988.
119. Önen A.: Günümüzde amalgam. *Restoratif Materyaller ve Klinik Uygulamalar T.D.B.D.*, özel sayı 71:34-41, 2002.
120. Özdiler E., Akçam M.O., Altıok T.: Guinea piglerde mandibuler landmarklar *Selçuk Ün. Diş. Hek. Fak. Derg.*, 10: 20-23, 2000.

121. Özok A.R., De Gee A.J., Wu M.K., Weeselink P.R. : The influence of resin composite and bonded amalgam restorations on dentine permeability in Class II cavities in vitro. *Dent . Mater.*, 17:477-484, 2001.
122. Patky L., Cseh L.: The fate of free mercury in tissue. *Dentomaxillofac. Radiol.*, 12 57-59, 1983.
123. Pashley D.C., Kepler EE., Williams E.C., Okabe A. : The effect of acid etching on the in vivo permeability of dentine in the dog. *Arch. Oral Biol.*, 28:555-559, 1983.
124. Pereira J.C., Manfio A.P., Franco E.B., Lopes E.S.: Clinical evaluation of Dycal under amalgam restorations. *Am. J. Dent.*, 3:67-70, 1990.
125. Qvist V., Laurberg L., Poulsen A.: Longevity and cariostatic effects on everyday conventional glass ionomer and amalgam restorations in primary teeth: three year results. *J. Dent. Res.*, 76: 1387-1396, 1997.
126. Reichl F.X., Durner J., Kehe K., Manhart J., Folwaczny M., Kleinsasser N., Hume W.R., Hickel R.: Toxicokinetic of HEMA in guinea pigs. *J. Dent.*, 30:353-358, 2002
127. Ren Y., Maltha J.C., Kuijpers-Jagtman A.M.:Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Angle Orthod.*, 73:86-92 2003.
128. Romnes A.F.: Amalgam restorations: A clinical survey of present day practice. *Int Dent.J.*, 4:1-22, 1953.
129. Rowe W.C.: How a base affects fracture resistance of amalgam. *J. Dent. Children* 31:187-191, 1964.
130. Rupp N.W.: Clinical use of dental materials. *Amalgams. J. In. Dent. Assoc* 52:432-434, 1973.

131. Sandborgh-Englund G., Elinder C.G., Langworth S., Schutz A., Ekstrand J  
Mercury in biological fluids after amalgam removal. *J. Dent. Res.*, 77: 615-624, 1998
132. Scheuhammer A.M., Bond D.: Factors affecting the determination of total mercury in biological samples by continuous-flow cold vapor atomic absorption spectrophotometry. *Biol. Trace Elem. Res.*, 31:119-129, 1991.
133. Schuurs A.H.B., Exerkate R.A.M., Ten Cate J.M.: Biological mercury measurements before and after administration of a chelator (DMPS) and subjective symptoms allegedly due to amalgam. *Eur. J. Oral Sci.*, 108:511-522, 2000.
134. Sidhu S.K., Watson T.F.: Resin modified glass ionomer materials. *Am. J. Dent* 8:59-67, 1995.
135. Sidhu S.K., Sherriff M., Watson T.F.: Failure of resin modified glass ionomers subjected to shear loading. *J. Dent.*, 27:373-381, 1999.
136. Song K.B., Lee Y.E., Jeong S.H., Kim H.Y., Kwon H.K.: Mercury distribution and concentration in rats fed powdered dental amalgam. *Arch. Oral Biol.*, 47: 307-313 2002.
137. Söremark R., Wing K., Olsson K., Goldin J. : Penetration of metallic ions from the restorations into teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 20:531-540, 1968.
138. Stark J.M., Sinclair P.M.: Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am.J. Orthod.*, 91:91, 1987.
139. Stone M.E., Pederson E.D., Cohen M.E., Ragain J.C., Karaway R.S., Auxer R.A Saluta A.R.: Residual mercury content and leaching of mercury and silver from used amalgam capsules. *Dent. Mater.*, 18:289-294, 2002.
140. Stone M.E., Cohen M.E., Liang L., Pang P.: Determination of methyl mercury in dental unit wastewater. *Dent. Mater.*, 19:675-679, 2003.

141. Strickland S., Retief H., Russell C.M.: Shear bond strenghts to dentin and fluoride release from fluoride containing liners. *Am. J. Dent.*, 3:259-263, 1990.
142. Svanberg M.: Class II amalgam restorations, glass ionomer tunnel restorations and caries development on adjacent tooth surfaces: a 3-year clinical study. *Caries Res* 26:315-318,1992.
143. Sweeney M., Creanor S.L., Smith R.A., Foye R.H. : The release of mercury from dental amalgam and potential neurotoxicological effects. *J. Dentistry*, 30:243-250, 2002
144. Swift E.J.: An update on glass ionomer cements. *Quint. Int.*, 19:125-129, 1988.
145. Takano Y., Sakai H., Watanabe E., Ideguchi-Ohma N., Jayawardena C.K., Arai K., Asawa Y., Nakano Y., Shuda Y., Sakamoto Y., Terashima T.: Possible role of dentin matrix in region-specific deposition of cellular and acellular extrinsic fibre cementum *J Electron Microsc.*,52:573-580,2003.
146. Ten Cate J.M., van Dijken R.N.: Hypermineralization of dentinal lesions adjacent to glass-ionomer cement restorations. *J. Dent. Res.*, 74:1266-1271, 1997.
147. Toledano M., Osorio E., Osorio R., Garcia-Godoy F.: Microleakage and SEM interfacial micromorphology of amalgam restorations using three adhesive systems *J Dent.*, 28:423-428, 2000.
148. Turner E.W., St. Germain H.A., Meiers J.C.: Microleakage of dentin-amalgam bonding agents. *Am. J. Dent.*, 8:4, 1995.
149. Ulukapı I., Cengiz S., Sandallı N.: Effect of mercury from dental amalgams on mercury concentrations in urine. *J. Nihon Univ. Sch. Dent.*, 36:266-268, 1994.
150. Um C.M., Oilo G.: The effect of early water contact on glass ionomer cements *Quintessence Int.*, 23:209-214, 1992.

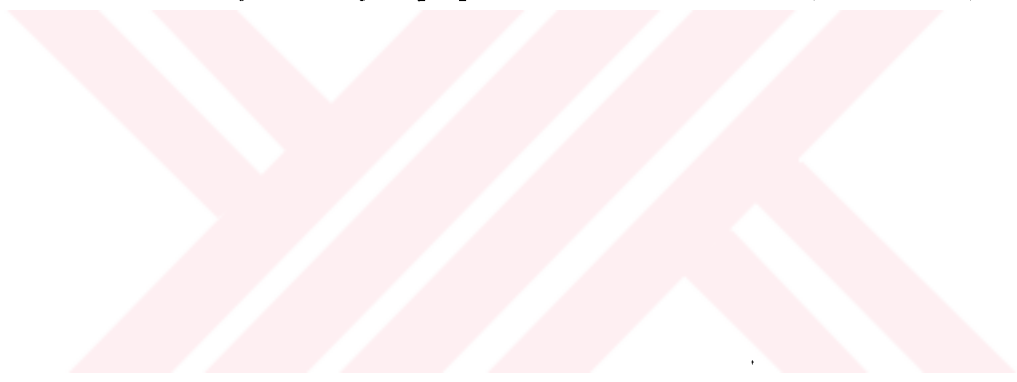
151. Ülker A.E., Tulunoglu Ö.: Kavite cilaları ve linerlar. Akademik Dent., 5: 7-13 2003.
152. van Dijken J.W.V., Kieri C., Carlen M.: Longevity of extensive Class II open sandwich restorations with a resin modified glass ionomer cement. J. Dent. Res 78:1319-1325, 1999.
153. Vimy M.J., Hooper D.E., King W.W., Lorscheider F.L. : Mercury from maternal silver tooth fillings in sheep and human breast milk. Biol. Trace Elem. Res., 56:143-152 1997.
154. Wandera A.: In vitro enamel effects of a resin modified glass ionomer: fluoride uptake and resistance to demineralization. Ped. Dent., 20:411-416, 1998.
155. Warfvinge J., Rozell B., Hedestrom K.G.: Effect of calcium hydroxide treated dentine on pulpal responses. Int. Endod. J., 20:183-193, 1987.
156. Who: IPCS. Environmental Health Criteria 118: Inorganic mercury. Geneva WHO, PP 3-147, 1991.
157. Welburg R.R., Walls A.W.G., Murray J.J., McCabe J.F.: The 5 year results of a clinical trial comparing a glass polykeonate (ionomer) cement restoration with an amalgam restoration. Br. Dent. J., 170: 177-181, 1991.
158. Winfield S.A., Boyd N.D., Vimy M.J., Lorscheider F.L.: Measurement of total mercury in biological specimens by cold vapor atomic fluorescence spectrophotometry Clin. Chem., 40:206-210, 1994.
159. Xie D., Brantley W.A., Culbertson B.M., Wang G.: Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. Dent. Mater., 16:129-138, 2000.

160. Yap A.U.J., Mudambi S., Chew C.L., Neo J.C.L.: Mechanical properties of an improved visible-light cured resin-modified glass ionomer cement. *Oper. Dent.*, 26:295-301, 2001.

161. Yip H.K., Tay F.R., Ngo H.C., Smales R.J, Pashley D.H.: Bonding of contemporary glass ionomer cements to dentin. *Dent. Mater.*, 17:456-470, 2001.

162. Youngson C.C., Holguin S.M.: Early in vitro marginal microleakage associated with different lining materials under Class II amalgam restorations. *Eur. J. Prosthodont Restor. Dent.*, 1:73-77, 1992.

163. Zidan O., Abdel-Keriem U.: The effect of amalgam bonding on the stiffness of teeth weakened by cavity preparation. *Dent. Mater.*, 19:680-685, 2003



## 10. ÖZGEÇMİŞ:

27 Haziran 1974 tarihinde Semin-Hüseyin Çağlar çiftinin oğlu olarak İstanbul da doğdum. 1985 yılında Altunizade İlkokulu'nu, 1992 yılında ise Özel Ortadoğu Koleji ni bitirdim. 1992 yılında Marmara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'ne girdim. 1997 yılında mezun oldum. 1998 yılında aynı fakültenin Pedodonti Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimime başladım. Halen Pedodonti Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Dr. Bahar Çağlar'la evliyim ve Mars Yamaç adlı bir oğlum var





**MARMARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**DENEY HAYVANLARI ETİK KURULU PROJE ONAY FORMU**

ONAY NO: 22.2001.mar

SAYIN: DT.ESBER ÇAĞLAR, DR.SERAP AKYÜZ

DENEY HAYVANLARI ETİK KURULUNA "GÜNÜMÜZDE AMALGAM DOLGULAR ALTINA KULLANILAN KAİDE MADDELERİNİN PULPA DOKUSUNA CİVA GEÇİŞİNİ ÖNLEMEDEKİ ETKİNLİĞİNİN SOĞUK BUHAR ATOMİK ABSORBSİYON SPEKTROFOTOMETRESİ İLE TAYİNİ " BAŞLIKLİ ARAŞTIRMA PROJESİ İÇİN 26.03.2001 TARİHİNDE YAPMIŞ OLDUĞUNUZ BAŞVURU DHEK ÜYELERİNCE İNCELENMİŞ VE 17.04.2001 TARİHİNDE ONAY ALMIŞTIR.

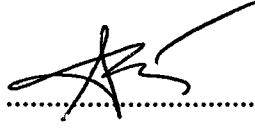
VET.HEK.DİLEK ÖZBEYLİ  
DHEK YÜRÜTÜCÜ SEKRETERİ

SAGLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Doktora öğrencisi Eşber ÇAĞLAR'ın, çalışması jürimiz tarafından Pedodonti Anabilim Dalı Doktora tezi olarak uygun görülmüştür.

İMZA

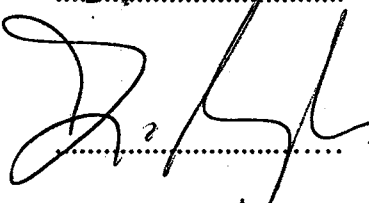
Tez Danışmanı : Prof.Dr.Serap AKYÜZ  
Üniversitesi : Marmara

  
.....

Üye : Prof.Dr.İlknur TANBOĞA  
Üniversitesi : Marmara

  
.....

Üye : Prof.Dr.Zeynep AYTEPE  
Üniversitesi : İstanbul

  
.....

Üye : Prof.Dr.Tevfik AKINCI  
Üniversitesi : İstanbul


  
.....

Üye : Prof.Dr.Ali MENTEŞ  
Üniversitesi : Marmara

  
.....

ONAY

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 29.. / 06 / 2004 tarih ve 2... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Prof.Dr.Sevim ROLLAS  
Müdür