

T.C  
Ege Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

FARKLI RADYOPASİTE VE KALINLIKTAKİ KAİDE MATERYALLERİNİN  
SEKONDER ÇÜRÜK TANISINDAKİ ETKİLERİNİN KONVANSİYONEL VE  
DİREKT DİJİTAL RADYOGRAFİ YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI  
OLARAK İNCELENMESİ

Oral Diagnoz Ve Radyoloji Programı

DOKTORA TEZİ

Dişhekim  
Z. SEMANUR DİNÇER

İZMİR-2002

T.C  
Ege Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

FARKLI RADYOPASİTE VE KALINLIKTAKİ KAİDE MATERYALLERİNİN  
SEKONDER ÇÜRÜK TANISINDAKİ ETKİLERİNİN KONVANSİYONEL VE  
DİREKT DİJİTAL RADYOGRAFİ YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI  
OLARAK İNCELENMESİ

Oral Diagnoz Ve Radyoloji Programı

DOKTORA TEZİ

Dişhekimii  
Z. SEMANUR DİNÇER

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. HÜLYA ÇANKAYA

İZMİR-2002  
ÖNSÖZ

Doktora tez konumun belirlenmesinden itibaren çalışmamın bütün aşamalarında değerli desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen sayın doktora yönetmenim Prof. Dr. Hülya Çankaya'ya şükranlarımı sunarım.

Çalışmamın gerçekleştirilmesi esnasında değerli yardımları için, tez izleme komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Günnur Lomçalı ve Sayın Prof. Dr. Oğuz Aktener'e; çalışmaya gözlemci olarak katılan Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı ve Endodonti Bilim Dalı öğretim üyelerine; çalışma arkadaşlarıma; fakültemiz röntgen servisi teknisyenlerine; verilerin istatiksel olarak değerlendirilmesinde büyük emeği geçen Sayın Dr. Timur Köse'ye ve her tür desteklerini benden esirgemeyen sevgili aileme teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca doktora çalışmalarımnda bana maddi olanaklar sağlayan Ege Üniversitesi Rektörlüğü Araştırma Fonu'na çok teşekkür ederim.

Dt. Z. Semanur Dinçer

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ	1
1. GENEL BİLGİLER	4
1.1. Sekonder çürük	6
1.2. Sekonder çürük tanısı	7
1.2.1. Gözle muayene	8
1.2.2. Sondla muayene	8
1.2.3. Transilluminasyon	9
1.2.4. Radyografi	9
1.2.4.1. Açıortay tekniği	10
1.2.4.2. Paralel teknik	11
1.2.4.3. Bite-wing radyografi	12
1.2.4.4. Dijital radyografi	13
1.2.4.4.1. Dijital Subtraction (çıkartma) radyografi	13
1.2.4.4.2. İndirekt dijital radyografi	14
1.2.4.4.3. Direkt dijital radyografi	15
1.3. Sekonder çürük tanısına etki eden faktörler	20
1.3.1. Kullanılan radyografik yöntem	20
1.3.2. Radyografinin kalitesi ve değerlendirme koşulları	22
1.3.3. Çürük lezyonunun büyüklüğü ve lokalizasyonu	26
1.3.4. Lezyona bitişik materyalin türü	27
1.4. Dental kaide materyalleri	28
1.4.1. Fosfat bazlı simanlar	31
1.4.1.1. Çinko fosfat siman	31
1.4.1.2. Modifiye çinko fosfat simanlar	33
1.4.1.2.1. Bakır ve gümüş simanlar	33
1.4.1.2.2. Florür simanlar	34
1.4.1.2.3. Silikofosfat simanlar	34
1.4.2. Fenolat-bazlı simanlar	36
1.4.2.1. Çinko oksit-öjenol simanlar	36
1.4.2.2. Kuvvetlendirilmiş çinko oksit-öjenol simanlar	38
1.4.2.3. EBA ve diğer şelat simanlar	39

1.4.2.4. Kalsiyum hidroksit şelat simanlar	40
1.4.3. Polikarboksilat (Karboksilat) bazlı simanlar	42
1.4.3.1. Cam iyonomer simanlar	44
1.4.4. Polimer-bazlı simanlar	46
1.4.4.1. Akrilik rezin simanlar	46
1.4.4.2. Modifiye akrilik rezin simanlar	48
1.4.4.3. Dimetakrilat simanlar	48
2. GEREÇ VE YÖNTEM	51
2.1. Kaide materyalleri	51
2.2. Örneklerin hazırlanması	51
2.3. Işınlama ve banyo işlemleri	53
2.4. Örneklerin radyodensitelerinin ölçülmesi	54
2.5. Kavite hazırlanması	56
2.6. Kaide materyallerinin yerleştirilmesi	57
2.7. Görüntülerin elde edilmesi	59
2.8. Görüntülerin değerlendirilmesi	64
2.9. İstatiksel değerlendirme	67
3. BULGULAR	69
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	83
5. ÖZET	104
6. SUMMARY	107
7. KAYNAKLAR	110
8. ÖZGEÇMİŞ	124

## GİRİŞ VE AMAÇ

Dişhekimliği uygulamaları arasında, muhtemelen en önemli ve en yaygın olanlardan birisi, diş çürüğünden kaynaklanan madde kaybının çeşitli restoratif materyaller kullanılarak giderilmesi ve normal fonksiyon ile estetiğin hastaya geri kazandırılmasıdır. Hızla gelişmekte olan dental teknoloji sayesinde bu konuda önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmasına karşın, uygulanan restorasyonların her zaman başarılı olmaması nedeniyle, zaman içerisinde bu restorasyonların değiştirilmesi gerekebilmektedir. Ağızdaki mevcut restorasyonların değiştirilmesi için pek çok neden bulunmakla birlikte, bunların %55-90 gibi büyük bir grubunu sekonder çürüklerin oluşturduğu belirlenmiştir (62). Bu kadar sık karşılaşılan ve önemli bir problem olmasına karşın sekonder çürüklerin rutin klinik uygulamalarda doğru olarak tanılanması başlangıç lezyonlarının küçük olması, bitişik restorasyonlara yakınlığı, kullanılan restoratif materyalin radyopasite derecesi, rutin tanı yöntemlerinin yetersizliği, radyografik açılılandırmadan kaynaklanan farklılıklar ve diş dizisinin durumu gibi nedenlerden dolayı zor olmaktadır (92).

Sekonder çürüklerin saptanmasında sadece klinik muayenenin yetersiz olduğu ve mutlaka radyografik muayene ile desteklenmesi gerektiği ortaya konmuştur ve bu amaçla en çok tercih edilen yöntemin ise gerçek boyutlara yakın görüntü verme özelliği nedeniyle bite-wing radyografi olduğu bilinmektedir (63,64,68,106). Bununla birlikte, radyografi kullanıldığı halde kompozit restorasyonlara bitişik olan sekonder çürüklerin yalnızca %53'ünün, amalgam restorasyonlara bitişik olanların ise %44'ünün doğru olarak saptanabildiği, radyopak kompozit ve amalgam restorasyonlara bitişik sağlıklı yüzeylerin de

%7-10 oranında hatalı bir şekilde sekonder çürük olarak saptandığı belirtilmiştir (125).

Yapılan çalışmalarda sekonder çürüklerin erken ve doğru tanısında lezyon boyutunun ve kullanılan restoratif materyalin radyodensitesinin önemli olduğu, büyük lezyonların küçük lezyonlardan daha kolay belirlenebildiği ve radyopak kompozit restorasyonlara bitişik olan lezyonların en doğru şekilde tanılandığı gösterilmiştir (85). Son yıllarda dental radyografi teknolojisinde en son ulaşılan noktalardan birisi olan direkt dijital dental radyografi cihazı ile yapılan çalışmalarda da restoratif materyal ve lezyon lokalizasyonunun sekonder çürüklerin doğru tanısında etkili olduğu belirlenmiştir (93). Diagnostik doğruluk açısından konvansiyonel radyografi kadar etkin olduğu savunulan direkt dijital radyografi, radyografik film ihtiyacını ve ekspozisyon sonrası gerekli olan banyo işlemlerini ortadan kaldırması ve hastaya ulaşan radyasyon dozunun %5-50 oranında azaltması gibi avantajları nedeniyle konvansiyonel radyografiye üstünlük sağlamaktadır (135,136).

Konvansiyonel ve direkt dijital radyografi ile yapılan çalışmalarda sekonder çürüklerin doğru olarak tanılabilmesi için, kullanılan restoratif materyallerin mineye yakın bir radyopasitede olması gerektiği belirtilmiştir (6,44,84,93). Bu görüşten yola çıkarak, son yıllarda kaide materyali kullanılmadan uygulanan restoratif materyaller geliştirilmiş olmakla birlikte, önceki yıllarda yapılan restorasyonların altında gelişen sekonder çürüklerin tanısında kaide materyallerinin radyodensitelerinin de önemli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca kullanılan kaide materyallerinin moleküler yapısının yanı sıra kalınlığının da radyodensiteyi oluşturmada önemli olduğu bildirilmiştir (101). Buna karşın, kaide

materyallerinin radyodensitelerini inceleyen deneysel çalışmalar literatürde yer almakla birlikte, bir diş modeli üzerinde bu özelliğin sekonder çürük tanısındaki etkilerini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu konudaki mevcut bilgilere katkıda bulunacağı umulan çalışmamızda diş modelinde farklı radyodensitedeki kaide materyallerinin farklı kalınlıkta uygulanmasının sekonder çürük tanısındaki etkilerini konvansiyonel ve direkt dijital radyografi ile inceleyerek karşılaştırmak amaçlanmıştır. Ayrıca, çalışmamızın verilerinin ışığı altında direkt dijital radyografide uygulanacak görüntü iyileştirme tekniklerinin hekimlerin diagnostik performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve teknolojik alandaki bu gelişmelerin doğru tanı üzerindeki etkinliklerinin değerlendirilmesi sonucunda, hatalı tanı ve tedavi uygulamaları nedeniyle meydana gelen ve hem hastaya hem de hekime yönelik olan zararların minimuma indirilmiş olacağı umulmaktadır.

## 1. GENEL BİLGİLER



Dişhekiminin temel görevlerinden biri, doğru tanıyı takiben uygun tedavi yöntemleri ile bireylerin kaybolan estetik görünüm ve çiğneme fonksiyonlarını yeniden kazandırmaktır. Gelişmiş ülkelerde çürük görülme sıklığı %30-50 oranında azalmış olmasına karşın (88), dişhekimleri çalışma zamanlarının büyük bölümünü, diş çürüğünden kaynaklanan madde kayıplarının çeşitli restoratif materyaller ile iadesine harcamaktadır. Amalgam ve doğal diş rengindeki birçok madde kullanılarak, kaybedilen diş sert dokuları restore edilmeye çalışılmaktadır. Ancak, yapılan restorasyonlar her zaman başarılı olmamakta ve zaman içinde bu restorasyonların çeşitli nedenlerle değiştirilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalar, tüm operatif girişimlerin %60-75'ini mevcut restorasyonların değiştirilmesi işleminin oluşturduğunu ortaya koymaktadır (9,68,103,104).

Restorasyonların başarısızlığına neden olan faktörler, yeni hastalık ve teknik başarısızlıklar olarak iki ana başlık altında incelenmektedir.

1. Yeni hastalık tanımı içinde;

- restorasyonun çevresinde ya da dişin başka bir bölgesinde yeni çürük oluşumu,
- dişin aşınması,
- pulpal problemler,
- periodontal problemler,
- travma sayılmaktadır.

2. Teknik başarısızlıklar ise;

- restorasyonun fraktürü,

- marjinal madde kaybı,
- restorasyona bitişik tüberküllerin fraktürü,
- restorasyon konturlarının düzensizliği, örneğin kontakt noktasının olmaması, taşkın dolgular,
- dolgunun tamamen düşmesi olarak sınıflandırılmaktadır (9,17,71,73,74,102,103,105,108).

Mjör ve arkadaşları (1989) mevcut restorasyonların değiştirilme nedenlerini inceledikleri çalışmalarında restorasyonların %58'inin sekonder çürük, %9'unun marginal madde kaybı, %13'ünün tüberkül fraktürü, %12'sinin diş fraktürü ve %8'inin diğer nedenlerle yenilenmesi gerektiğini saptamışlardır (88).

Bulucu ve arkadaşlarının (1999) çalışmalarında ise amalgam dolguların sekonder çürük nedeniyle değiştirilme oranı %38 olarak belirlenmiştir (20).

Kelsey'in (1981) yenilenmesi gerekli olan 848 restorasyonu incelediği çalışmasında, amalgam restorasyonların %55'nin, kompozit restorasyonların %90'ının (62), Lavelle'nin (1976) 6000 amalgam restorasyonu incelediği çalışmasında ise tüm restorasyonların %56.6'sının sekonder çürük nedeniyle değiştirilmesi gerektiği saptanmıştır (79).

Diğer araştırmacıların sonuçları da yukarıda anılan çalışmaların sonuçlarına benzer olup, dolgu değişimi için bildirilen nedenlerin en büyük yüzdesini (%38-90) sekonder çürükler oluşturmaktadır (8,33,71,89,90,102,103,104,108).

### 1.1. SEKONDER ÇÜRÜK:

Bir çürüğün tedavisinden sonra, dolgu ile kavite arasında çeşitli nedenler ile oluşan küçük takıntı yerleri yeni dental plakların ve dolayısıyla yeni çürüklerin

oluşumuna neden olur. Bu şekilde, dolgunun kenarından başlayan çürüklere sekonder çürük adı verilir (24).

Sekonder çürüklerin oluşumu ile ilgili bilgiler erken sekonder çürük lezyonlarının histolojik incelemesi ile elde edilmiştir (49).

Bir dolgu yerleştirildiğinde komşu mine dokusu iki planda düşünülmelidir;

1. Mine yüzeyi,
2. Kavite duvarlarına komşu mine dokusu.

Buna göre sekonder çürük lezyonları da iki lokalizasyonda incelenebilir:

1. Primer etkiler sonucunda dişin yüzeyinde oluşan dış lezyonlar,
2. Restorasyon ve kavite duvarları arasına bakteri, sıvı ve hidrojen iyonlarının sızıntısı sonucu oluşan duvar lezyonları.

Dış lezyonlar lokalizasyonları nedeniyle klinik olarak gözlenebilir ve tedavi edilebilirken, duvar lezyonları klinik olarak gözlenemezler ve diş restorasyon birleşimi sağlam görünse bile dentin içine ilerleyerek demineralizasyon oluşturabilirler.

Sekonder çürüklerin oluşuktan sonra hızlı ilerlediği ve 6 ila 8 ay gibi çok kısa bir süre sonunda pulpa dokusuna ulaşabildiği bildirilmiştir (80). Sürenin kısalığı ve oluşan harabiyetin büyüklüğü düşünüldüğünde, sekonder çürük lezyonlarının erken tanısının büyük önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

## 1.2. SEKONDER ÇÜRÜKLERİN TANISI

Sekonder çürük lezyonlarının tanısının;

- bitişik restorasyonlara yakınlığı,
- başlangıç halindeki aktif lezyonların boyutlarının küçük olması,
- sekonder çürüğe bitişik olan veya üzerindeki restoratif materyalin radyopasitesi,
- rutin tanı yöntemlerinin yetersizliği,
- radyografik açılandırmadan kaynaklanan farklılıklar (projeksiyon geometrisi),
- diş dizisinin durumu nedeniyle güç olduğu bildirilmektedir (92).

Söz edilen etkenler hekimlerin çelişkili ve hatalı tanı koymalarına neden olarak restorasyonların gerekmediği halde değiştirilmelerine de yol açmaktadır (67,86). Bir restorasyonun değiştirilmesi, mevcut kavitenin ortalama olarak 0.6 mm daha fazla genişletilmesine, dolayısıyla dişte madde kaybının artmasına neden olmaktadır (20). Yanısıra, hatalı endikasyona bağlı operatif girişimler hekimin zaman kaybı ile birlikte, hastanın maddi kaybına da neden olmaktadır (88,118).

Primer ve sekonder çürüklerin tanısında kullanılan temel yöntemler;

- gözle muayene,
- sondla muayene,
- transilluminasyon,
- radyografi, olarak sınıflandırılmaktadır (12).

#### 1.2.1. Gözle muayene:

Çürük lezyonlarının gözle muayenesinde dış lezyonlar beyaz nokta veya kavitasyonun olduğu/olmadığı kahverengi renklenme alanları olarak gözlenir. Duvar lezyonları ise ancak oluşan demineralizasyonun üzerindeki tabakayı oluşturan mine dokusuna geçerek parlaklık oluşturacak derecede ilerlemesi veya kavitasyona neden olacak yıkımın oluşması ile görülebilir hale gelirler.

Göz ile gerçekleştirilen muayene sonucu, dişteki renklenmeden ve restorasyon kenarlarında gelişen madde kayıplarından yola çıkarak sekonder çürük tanısı konusunda karar vermenin yetersiz olduğu birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir (63,64,67,68,69,106).

Amalgam restorasyon uygulanmış olan dişlerdeki gri veya mavi renklenme sekonder çürük için tanıyı kolaylaştırıcı bir bulgu olmaktan uzaktır, çünkü bu renklenme bir çürük nedeniyle olabileceği gibi, amalgam dolgu içindeki civadan köken alan korozyon ürünlerine ya da amalgamın kendisinden yansıyan renge bağlı olabilmektedir (63,64,66,67,68,69).

#### 1.2.2. Sondla muayene:

Sağlam mine dokusu üzerinde sond gezdirildiğinde sert çelik hissi alınırken, çürük diş dokusu yapışkan ve elastik özellik taşır ve sondun geri çekilmesi sırasında sondu tutar. Ancak, sivri uçlu sondlar ile yapılan muayene çürük tanısı için yeterli değildir. Bunun yanısıra sond ile muayene diş dokularını ve dolgu maddelerini zedeleyebilmektedir, böylece karyojenik bakterilerin lezyonun derinlerine ilerlemesine neden olabilmekte ve iyatrojenik zararlara yol açabilmektedir. Ayrıca, sondlar bazen çürüğü değil bir çatlağı saptayabilmektedir (31,37,66,71).

#### 1.2.3. Transilluminasyon:

Işık kaynağı kullanılarak yapılan bir muayene olan transilluminasyon işleminde, karanlık bir odada ışık kaynağı hastanın ağız içine yerleştirilir ve dişlerin lingual ya da palatinal yüzlerinden ışık verilerek ışığın yansımaları karşılaştırılır. İçinde sıvı veya kitle olan boşluklar ışığı iyi yansıtmazlar ve bu özellik çürüklerin dişler arasında beliren daha koyu bölgeler şeklinde gözlenmesini sağlamaktadır (7).

Transilluminasyon yöntemi anterior dişlerde diş rengindeki restorasyonların altındaki sekonder çürüklerin tanısında yardımcı olmakta, ancak posterior dişlerde bukkolingual çapın geniş olması ve restorasyon kenarlarında ışık akışının engellenmesi nedeniyle etkili olamamaktadır (71,95). Ayrıca, dişlerin çapraşık olduğu veya aşırı renklenmenin görüldüğü hastalarda da transilluminasyonun yeterli sonuç vermediği gösterilmiştir (77).

#### 1.2.4. Radyografi:

Bir doku içinden X-ışınları geçirilerek, bu dokunun görüntüsünün özel olarak hazırlanmış röntgen filmleri üzerine tesbit edilmesine radyografi denilmektedir. Işın etkisinde kalan film, özel banyo işlemlerinden geçirilerek görüntü gözle görülebilir hale gelmektedir (81).

Radyografinin primer ve sekonder çürüklerin tanısı için en önemli yöntem olduğu bildirilmiştir (55,68,118). Ancak 1979 da Podshadley ve Gullet (1979) amalgam restorasyonlu 100 diştten 87'sinde sekonder çürük olduğu halde bunların radyografik olarak saptanamadığını bildirmiştir (100). Yine Gratt (1988) ve Douglas (1986), başlangıç dönemindeki çürüklerin saptanmasında radyografinin tanısallık kapasitesinin %60'dan az olduğunu belirlemiştir (28,46). Sekonder çürüklerin radyografik görüntüsü primer çürüklere benzer ve restorasyon kenarında radyolüsenliği artmış bir alan olarak görülür (39).

Konvansiyonel radyografik yöntemlerin erken doku yıkımlarını saptayamaması gibi yetersizliklere bağlı olarak çürük lezyonlarının gerçek boyutları ve derinliği radyografik olarak olduğundan daha az görülebilmektedir (95). Söz konusu yetersizlikler ;

1. Kullanılan radyografik yöntem,
2. Radyografinin kalitesi,
3. Klinisyenler tarafından kullanılan diagnostik eşiklerin farklı olması şeklinde özetlenebilmektedir (37).

Radyografik tekniğin ve analiz yönteminin seçimi, yapılan araştırmaların doğruluğunu ve tekrar edilebilirliğini en üst düzeye çıkarmak açısından önem taşımaktadır.

Primer ve sekonder çürüklerin tanısı için seçilen radyografik yöntemin, gerçek obje ile radyografik görüntünün boyutları arasında fark yaratıcı unsurlar taşımaması gerekir. Bu nedenle, görüntünün distorsiyonunu en alt düzeye indirmek amacıyla zaman içinde, her biri tümüyle farklı ilkelere dayanan üç ayrı intra-oral projeksiyon tekniği geliştirilmiştir.

1. Açıortay tekniği
2. Paralel teknik
3. Bite-wing tekniği

#### 1.2.4.1. Açıortay tekniği

Santral ışının, film düzlemi ile dişlerin uzun eksenini arasındaki açının açıortayına dik olacak şekilde yönlendirildiği tekniktir. Açıortay tekniğinin kusursuz şekilde uygulandığı hallerde bile açılardırmanın neden olduğu distorsiyonun ortadan kaldırılması mümkün olmadığından, pratik uygulamalarda kullanılması güç bir

yöntemdir ve bu teknikle elde edilen radyograflerin tekrar edilebilirliği ve güvenilirliği yetersiz olduğu için, genelde önerilmeyen bir teknik olarak kabul edilmektedir (146).

#### 1.2.4.2. Paralel teknik

Film paketinin, dişlerin uzun eksenine paralel olacak şekilde konumlandırıldığı ve santral ışının hem filme hem de dişe dik olarak yönlendirildiği bir tekniktir. Böylece obje ile radyografik görüntü arasında oluşan fark en alt düzeye indirgenebilmektedir. Tekniğin uygulanmasında paralelliği sağlamak için en ideal gereç, fabrikasyon olarak hazırlanmış olan, röntgen tüpünün ucuna monte edilen film tutuculardır. Hastanın eliyle tutmasına gerek kalmadan, her diş bölgesine göre ayrı ayrı hazırlanmış olan uçlara yerleştirilerek ağıza sokulan filmlerin, dişlerin uzun aksına paralelliği sağlanmış olmaktadır. Filmin film tutucuya yerleştirilmesi sırasında röntgen tüpünün konumu da otomatik olarak ayarlanmış olduğundan, ışınlamanın hemen yapılabilmesi mümkündür.

Paralel teknik objenin gerçek boyutu ile radyografik görüntü arasında oluşan farkı en alt düzeye indirgediği için tercih edilen bir yöntemdir (50,123,146).

Ancak paralel teknikte obje-film mesafesinin artmasına bağlı olarak, görüntünün boyutları dişin gerçek boyutundan daha fazla olacağından, bunun önlenmesi amacıyla ışın kaynağı-obje mesafesinin de uzun konlar kullanılarak arttırılması gerekmektedir. Uzun kon kullanılması, ters kare kanunu uyarınca doz hızının azaltılmasını ve dolayısıyla, yeterli dozun filme ulaşabilmesi için ışınlama süresinin de daha uzun tutulmasını gerektirir.

#### 1.2.4.3. Bite-wing radyografi



Bite-wing tekniğinde, kullanılan filmlerin ışınlanacak yüzeyinde bulunan kanatçık hasta tarafından ısırılarak filmin sabitlenmesi ve filmin dişlerin uzun eksenlerine paralel olması sağlanmaktadır. Santral ışın, alt ve üst dişlerin temas ettiği düzlemden geçecek ve dişlerin arayüzlerine paralel olacak şekilde yönlendirilmektedir (81). Bite-wing radyografide oluşabilecek hataları minimuma indirmek amacı ile Rinn-Bite-wing aleti kullanılmakta ve böylece X-ışını demetinin, dişlerin ve filmin aynı doğrultuda sıralanması sağlanmaktadır. Dişlerin kontakt noktalarını ve arayüz çürüklerini görüntülemek için en çok tercih edilen yöntemdir.

Yapılan çalışmalarda primer ve sekonder çürüklerin tanısında en fazla bite-wing radyografi yönteminin tercih edildiği gösterilmiştir (70,71,106). Ancak radyografilerin değişik kalitelere olması ve görüntüleme farklılıkları ve klinisyenler tarafından kullanılan diagnostik eşiklerin farklı olması bu yöntemin yararlılığı konusunda çelişkiler yaratmaktadır (37). Örneğin, Silverstone (1982) tarafından yapılan bir çalışmada, bite-wing radyografide mine dış yüzeyiyle sınırlı olarak gözlenen bir lezyonun gerçekte dentin içinde birkaç yüz mikron metre derinlikte demineralizasyona neden olduğunu gösterilmiştir (115). İlerlemiş sekonder çürüklerin tedavisindeki zorluklar gözönüne alındığında bu lezyonların erken tanısının önemi ve bunun için gerekli olan erken saptamaya yardımcı ve güvenilir tanı yöntemlerinin gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Son yıllarda primer ve sekonder çürüklerin erken tanısını sağlamak amacıyla birçok çalışma yapılmış ve yeni yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında;

- Kantitatif Işık Kaynaklı Floresans (Quantitative Light-Induced Fluorescence-QLF),
- Elektrik İletkenlik Ölçümleri (Electrical Conductance Measurements),
- Dijital Fiberoptik Transillüminasyon (Digital Fiberoptic Transillumination) ve
- Direkt Dijital Radyografi (Direct Digital Radiography) sayılmaktadır (117).

Bu yöntemler arasında dijital radyografi tekniği sağladığı çok sayıda kolaylıklar, avantajlar ve olanaklar sayesinde öne çıkmıştır.

#### 1.2.4.4. DİJİTAL RADYOGRAFİ

İlk kez 1980 yılında dişhekimliği radyolojisine giren ve bilgisayarın da yardımıyla gerçekleştirilen bu radyografik teknikte son yıllarda en çok popülarite kazanan uygulama alanları sırasıyla dijital subtraction (çıkartma) radyografisi, indirekt ve direkt dijital radyografi olarak sıralanmaktadır (128).

##### 1.2.4.4.1. Dijital Subtraction (çıkartma) Radyografi

Röntgen görüntüsünün arka planındaki görüntü kirliliği yaratan ve dikkati dağıtan detayları azaltarak ya da ortadan kaldırarak, iki radyografik görüntü arasında varolan gerçek farklılığı ortaya çıkaran bir görüntüleme tekniğidir. İki orijinal radyografinin bir bilgisayar yazılımı yardımı ile üst üste konarak birbirinden çıkarılması sonucu elde edilen son görüntüde farklılıkları tanımlamak çok kolaylaşmaktadır (4,116).

Bu teknik sayesinde diş ve kemik dokusunda oluşan küçük densite farklılıkları büyük bir başarı ve doğruluk ile saptanabilmektedir (4,75,126). Ancak, iki

görüntünün üst üste konarak birbirinden çıkartılması prensibi ile çalışan bir yöntem olduğundan ve radyografik geometrinin sürekli olarak sağlanması gerektiğinden zor bir yöntem olarak tanımlanmaktadır (4,5).

#### 1.2.4.4.2. İndirekt Dijital Radyografi

Konvansiyonel radyografi ve bilgisayar teknolojisinin birlikte kullanıldığı indirekt dijital radyografi tekniğinde, konvansiyonel yolla edilen radyografiler özel kameralar veya tarayıcılarla dijitize edilmektedir ve kullanılan çeşitli görüntü analiz programları yardımıyla tanısal kapasitesi artırılabilir. Bununla birlikte, konvansiyonel yolla elde edilen radyografilerin sekonder olarak dijitize edilmesi işlemi (indirekt dijital radyografi) konvansiyonel yöntemde varolan tüm dezavantajları bünyesinde taşımakta dolayısıyla görüntü kalitesi filmin ve banyo işlemlerinin kalitesi ile sınırlı kalmaktadır (4,131). Radyografik filmin dijital görüntüye dönüşümü sırasında (dijitizasyon), film üzerindeki mevcut bilgiler değişmeden, analog bir görüntünün bilgisayar tarafından okunup incelenebilecek form kazanması sağlanmaktadır (A/D). Bu dönüşüm sırasında karşılaşılan en büyük dezavantaj, dijitize görüntünün optik densite skalasının radyografik filme oranla daha dar olması nedeni ile dijitizasyon sırasında filmde mevcut bilgilerin bir miktar kayba uğramasıdır (4,18).

Dijitize edilmiş radyografilerin özellikleri:

- Konvansiyonel görüntülere oranla daha az bilgi içerirler.
- Dijital sinyaller orijinal radyografide mevcut olmayan bilgileri açığa çıkaramazlar, ancak var olduklarını ve detayları kesinleştirebilirler.

- Bu görüntüler üzerinde görüntü netleştirici işlemler (kontrast ayarları, büyütme, sınırların keskinleştirilmesi vb.) çok kısa zamanda uygulanıp, monitörde görüntülenebilir.
- Yüksek rezolüsyonlu dijital görüntülere uygulanan görüntü netleştirici işlemler sayesinde konvansiyonel radyografiler üzerinde seçilemeyen ince detayları açığa çıkartmak mümkündür.
- Dijitize görüntülerde distorsiyon ortadan kaldırılabilir (4,78).

#### 1.2.4.4.3. Direkt Dijital Radyografi:

Radyografik görüntülerin anında dijital olarak kaydedildiği direkt dijital radyografi (DDR) yönteminde, bir sensör veya tarayıcı aracılığı ile görüntü elde edilerek analog sinyaller dijital olarak kaydedilmekte ve bir monitör aracılığı ile izlenebilmektedir. Bu yöntemde konvansiyonel radyografik filmler kullanılmadığından, film banyosunun gerektirdiği banyo solüsyonları ve karanlık oda işlemleri de ortadan kalkmaktadır. Konvansiyonel yöntemde radyografik film, görüntü reseptörü, taşıyıcı ve saklayıcı gibi tüm işlevleri bünyesinde tek başına barındırırken, dijital görüntüleme de tüm bu unsurlar birbirinden ayrıdır ve hepsinin ayrı ayrı optimizasyonu mümkündür (4,136).

#### DDR'nin Avantajları:

- Mevcut X-ışını kaynakları ile kullanılabilir olmaları,
- Işınlama ve görüntü oluşumu sırasındaki sürenin çok kısa olması,
- Kullanılan fosfor plakaların X-ışınına karşı duyarlılıklarının yüksek olması nedeni ile ışın dozunda konvansiyonel filmlere göre %5-50 oranında

azalma sağlaması (Bu sayede X-ışını tüpü de daha uzun ömürlü olmaktadır),

- Dijital görüntüler üzerinde diagnostik amaca uygun olarak kontrast ve densite değişiklikleri gibi görüntü iyileştirme tekniklerinin uygulanabilmesi,
- Işınlama ve banyo hatalarından kaynaklanan film tekrarlarının azalması ile radyasyondan maksimum korunmanın sağlanması,
- Film ve banyo işlemleri için kullanılan kimyasal maddelerin maliyetinin ortadan kalkması,
- Banyo işlemlerinin gerekmemesi nedeniyle allerjen özellikli kimyasalların eliminasyonu ve böylece evre korunmasına ve ekolojik dengeye katkı sağlanması,
- Görüntülerin saklanması, arşivlenmesi, transfer edilebilmesi ve hekimlere konsültasyon olanağı sağlaması (Teleradyoloji) ,
- Görüntülerden yazıcılar aracılığı ile baskı elde edilmesi,
- Filmlerde kullanılan kurşun ve gümüş gibi doğal kaynakların tüketiminin azalması,
- Hasta hekim iletişiminin kolaylaşmasıdır.

Dezavantajları:

- Rezol syonunun konvansiyonel radyografiye göre düşük olması,
- Bazı sensörlerin oluşturduğu görüntü boyutlarının periapikal filmlere oranla küçük olması,
- Görüntü sensörleri için üretilen poşetlerin steril olmaması,

- Yazıcılardan alınan baskı kalitesinin ekran görüntüsüne eşdeğer olmaması,
- Mezuniyet öncesi ve sonrasında eğitim sağlanamaması,
- Bilgisayar hafızasında, disketlerde veya kompakt disklerde saklanan görüntülerin güvenliğinin sağlanmasının güç olmasıdır (4,13,51,130, 136,144).

Dijital radyografi yönteminde direkt sensör sistemleri veya direkt görüntü plakaları olmak üzere iki grup görüntü reseptörü kullanılmaktadır.

Direkt sensör sisteminde bir Charge Coupled Device (CCD) sensörü, işlemci bir ünite, dijital bir bağlantı kartı, bilgisayar ve bilgisayar programına gerek vardır. X-ışınının uyarılması ile CCD sensör görüntüyü otomatik olarak meydana getirdiğinden, görüntünün rezolüsyonu (çözünürlüğü) CCD sensörü içinde bulunan belirli sayıdaki piksel ile sınırlı kalmaktadır.

Direkt dijital radyografide kullanılan CCD sensörleri iki çeşittir:

1. X-ışınına hassas
2. Işığa hassas

CCD sensörleri içerisindeki her piksel bir görüntü elemanıdır ve gelen X-ışını veya ışık ışınlarının oluşturduğu elektronların saklandığı “kutu” veya “elektron yuvası”dır. Saklanan her elektron, gelen ışık veya X-ışın fotonunun direkt olarak etkileşmesi sonucunda meydana gelir. Yani, X-ışını fotonu, hastayı geçer ve aynen X-ışını ile ışınlanmış filmde olduğu gibi, hastanın yapılarını indirekt olarak yansıtır (87).

Ağız içinde kullanılabilen CCD sensörleri;

1. Fiber ve lens optik eşlenmiş sensörler, ve
2. Direkt olarak ışınlanan sensörler olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

Fiber ve lens optikle eşlenmiş sensörler:

Bu sistemlerde bir yoğunlaştırıcı screen vardır. Bu screen, konvansiyonel CCD' ye optik fiberlerle veya lenslerle eşleştirilmiştir. Gelen X-ışını nedeniyle yoğunlaştırıcı screen'de oluşan floresans, fiber veya lenslerle CCD' ye iletilir. CCD ise bu enerjiyi voltaj potansiyeline dönüştürür. Bu şekilde CCD radyasyona karşı korunmuştur ve indirekt olarak ışınlanır.

Dışhekimliği alanında kullanılan fiberoptik CCD sensörlü ilk cihaz RadioVisioGraphy (RVG), (Trophy, France) dir.

Direkt olarak ışınlanan sensörler:

Bu sensörler direkt olarak görüntüyü yakaladıklarından, daha incedirler.

Bu gruptaki sistemler arasında Sens-A-Ray, (Regam, Sweden), Visualix, (Gendex,Italy), Sidexis, (Siemens, Germany), CDR (Schick Technologies Inc, USA) sayılmaktadır.

CCD sensörlerin konvansiyonel filmlerden en önemli farkı, X-ışınlarına karşı daha hassas olmalarıdır. Bu sayede hatalardan doğan çekim tekrarları ve buna bağlı olarak hastaya ulaşan radyasyon dozu azalmaktadır.

CCD sensörlü sistemlerin dental radyoloji alanında kullanılmaya başlaması ile birlikte görüntü kalitesi ve diagnostik kalite üzerine birçok çalışma yapılmıştır (131,139). CCD sensörlü cihazlar konvansiyonel filmlere eşdeğer görüntü kalitesi sunmakla birlikte, sensörün kalın, sert ve filme göre daha küçük görüntüleme alanına sahip olması nedeniyle film tekrarlarına ve buna bağlı olarak radyasyon dozunun artmasına neden olabilmektedirler (109).

Direkt görüntü plakaları ise, ışıkla stimüle olan fosfor lüminesens plakalardan (photostimulable phosphor luminescence, PSPL) oluşmaktadır. Europium baryum florohalid bileşiminin bir polimerle karıştırılarak baza yerleştirilmesi ve üzerinin koruyucu tabaka ile örtülmesi ile elde edilen ve tekrar tekrar kullanılabilen plakalar X-ışını tarafından uyarılınca oluşan foton enerjisini saklayabilmekte ve ultraviyole ışını ile tarandığı zaman ışık yansıtmaktadır. Yansıyan ışık lazer tarayıcı ile ölçüldükten sonra, monitör üzerinde görüntülenip bilgisayarda dijital olarak saklanabilmektedir (51).

#### Direkt Görüntü Plakalarının Avantajları:

- Direkt görüntü plakalarının, fosforun çok daha düşük ışınla ışınlanabilmesi nedeniyle konvansiyonel filmlere oranla daha az dozda X-ışını gerektirmesi ve her piksel üzerinde daha fazla sayıda bilgi içermesi,
- Görüntü plakalarında saklanan enerji X-ışını enerjisi ile eşdeğerli olduğundan plakaların çok veya az ışınlanmasının, dolayısı ile görüntünün açık veya koyu olmasının söz konusu olmaması,
- Bu sistem ile elde edilen filmlerin D-hızındaki konvansiyonel radyografilere oranla dört ila on kat daha az radyasyon gerektirmesi,
- Hata olasılığı azaldığından ve çekimin tekrarlanması söz konusu olmadığından hastaya ulaşan radyasyon dozunun azalması, film ve elektrikten tasarruf edileceği için ülke ekonomisine katkı sağlaması,
- Plakaların defalarca kullanılabilir olması, hassas alanının CCD sensörlere göre geniş olması ve CCD sensörlere göre fleksibl olması.



Ağız içinde kullanılabilen ve piyasada bulunan görüntü plağı sistemleri arasında Digora (Soredex, Finland), Denoptix (Gendex, Italy) ve Digident (Digident, Israel) sayılmaktadır (4,78,130).

CCD ve PSPL sistemleri arasındaki farklar:

- Fosfor plakaların boyutsal olarak periapikal filmlere çok yakın olması ve CCD sensörlere göre fleksibl yapısı nedeni ile kullanımının daha kolay olması,
- Fosfor plakaların ağız içinde görüntüleyebildiği alanın CCD sensörlere göre daha geniş olması,
- Fosfor plakaların X-ışınına CCD sensörlerden daha duyarlı olması,
- Fosfor plaka sistemlerinin rezolüsyonunun yüksek olması nedeni ile tanısal kapasitesinin CCD sensörlere oranla daha fazla olması (4,78).

### 1.3. SEKONDER ÇÜRÜK TANISINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER:

Sekonder çürük lezyonlarının tanısında;

1. Kullanılan radyografik yöntem,
2. Radyografik kalite ve değerlendirme,
3. Çürük lezyonunun büyüklüğü ve lokalizasyonu,
4. Lezyona bitişik restorasyon materyalinin türü, tanıyı etkileyen önemli faktörler olarak sayılmaktadır (59,66,106).

#### 1.3.1. KULLANILAN RADYOGRAFİK YÖNTEM

Sekonder çürükler özellikle duvar lezyonları, renk değişimi ve kavitasyon açığa çıkana kadar klinik olarak gözlenemediklerinden, tanı konabilmesi açısından

radyografik inceleme yapılması gereklidir. Ancak X-ışınının vertikal ve horizontal açısına bağlı olarak görüntünün değişmesi sekonder çürüğün radyografik tanısını zorlaştırmaktadır. Yapılan çalışmalarda, amalgamla ilişkili olan sekonder çürüklerin tanı kalitesinin, vertikal açılanmadaki 0-15° lik değişikliklerden önemli ölçüde etkilenmediğini ancak, amalgamın en küçük bir miktarının bile radyografıta sekonder çürük lezyonunu maskeleyebileceğini ve gingival kenardaki lezyonlar için, maskeleme etkisinin vertikal açının büyümesiyle artabileceği belirtilmiştir (44,67,71,124). Bu nedenle restorasyonlu dişlerdeki sekonder çürüklerin tanısında bite-wing radyografinin en çok tercih edilen yöntem olduğu birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir (71,106).

Konvansiyonel radyografik yöntemlere göre birçok avantajı olduğu bildirilen dijital radyografi tekniğinin primer ve sekonder çürük tanısındaki etkinliğini inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Wenzel ve arkadaşları (1991) kavitasyonu bulunmayan çekilmiş dişlerin oklüzal yüzeylerindeki dentin çürüklerinin tanısında konvansiyonel radyografi, dijital radyografi ve RVG'nin etkinliklerini araştıran çalışmalarında çürük tanısı yönünden sistemler arasında önemli bir fark olmadığını göstermişlerdir (142). Diğer bir çalışmada D ve E hızındaki filmler ile iki farklı dijital radyografi cihazının (RVG,Visualix) aproksimal ve oklüzal çürüklerin tanısındaki etkinliği karşılaştırılmış ve sistemler arasında önemli fark bulunmamıştır (55).

Yine Wenzel ve arkadaşlarının (1995) üç farklı CCD cihazı (RVG, Sens-A Ray, Visualix) ve bir fosfor plaka sisteminin (Digora) oklüzal çürüklerin tanısındaki

etkinliğini inceleyen *in vitro* çalışmalarında, dört sistemin de eşit performansa sahip oldukları saptanmıştır (134).

White ve Yoon 1997 yılında yaptıkları çalışmada, aproksimal yüzeydeki çürüklerin tanısında CCD sensörlü bir dijital sistem ile konvansiyonel radyografiyi karşılaştırmışlar ve her sistemin sensitivite ve spesifite değerlerindeki farklılıklara karşın, tüm sonuçlar irdelendiğinde istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığını bildirmişlerdir (145).

Çürük tanısında iki ve üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada da konvansiyonel radyografi, dijital radyografi ve Tuned Aperture Computed Tomography (TACT) arasında belirgin bir farklılık olmadığı gösterilmiştir (2).

Nair ve arkadaşlarının (1998) çalışmalarında ise, sekonder çürüklerin tanısında konvansiyonel radyografi ve dijital radyografi arasında fark olmadığı saptanmıştır (92).

### 1.3.2. RADYOGRAFİNİN KALİTESİ VE DEĞERLENDİRME KOŞULLARI

Görüntüleme yönteminin yanısıra radyografik kalitenin yüksek olması tüm dental hastalıkların tanısında olduğu gibi sekonder çürük tanısının doğruluğunu da etkiler. Radyografik kalite, görüntülenen anatomik ve patolojik yapıların tüm detaylarının görünebilir ve tanımlanabilir olmasıyla sağlanır. Dental radyografilerin diagnostik kalitesine etki eden faktörler;

1. Detay,
2. Kontrast,
3. Densite'dir.

Detay, röntgen filmi üzerinde obje sınırlarının net biçimde görülebilmesi olarak tanımlanır.

Kontrast, bir filmdeki görüntünün çeşitli bölgeleri arasındaki densite farkıdır. Radyografik kontrast, film kontrastı ve obje kontrastına bağlıdır.

Densite ise film üzerindeki koyuluk derecesidir. X-ışınlarının bir kısmı vücudu geçerken dokuların yapısına, kalınlığına ve ışın demetinin kalitesine bağlı olarak absorpsiyona uğrarlar. Diğer bir deyişle, röntgen tüpünden çıkan ışın demeti ile dokuları geçip filme ulaşan ışın demeti aynı değildir. Yine, filme ulaşan ve filmi geçen ışın demeti de aynı değildir. Bir radyograma gelen ışın ünitesinin, radyogramdan geçen ışın ünitesine oranının 10 tabanına göre logaritmik ifadesi radyografik densiteyi belirlemektedir (81).

$$\text{Densite (D)} = \log \times \frac{\text{Gelen ışın ünitesi}}{\text{Geçen ışın ünitesi}}$$

Logaritma olarak ifade edilmesinin sebebi, logaritmaların çok küçük bir ölçü aralığındaki farklılıkları bile ortaya koyabilmesidir.

Radyografik densite değerinin artması filmin koyuluğunun da arttığını gösteren bir bulgudur.

Diagnostik olarak kabul edilebilir bir radyografide olması istenen densite değerleri 0.25 ile 2 arasındadır. Konvansiyonel bir film, hiç ışın almadan banyo edildiğinde, densitesi yaklaşık 0,12'dir, ve bu densite, baz densite + fog densiteden kaynaklanmaktadır. Baz densite yaklaşık 0,07 değerindedir ve ışığı absorbe eden plastik materyal ile buna ilave edilen mavi boyadan dolayı oluşur. Fog densite ise filmin üretilmesi sırasında emülsiyon tabakasındaki gümüş tuzlarına bağlıdır ve taze filmlerde 0,05 değerindedir.

Bir filmin densitesine etki eden faktörler:

- Miliamper-saniye (mAs)
- Kilovoltaj (kVp)
- Işın kaynağı-film mesafesidir (81).

Işınlama ve banyo işlemlerinde oluşan farklılıklar nedeniyle ortaya çıkan görüntü farklılıklarını ortadan kaldırmak ve radyografik görüntüleri daha objektif olarak yorumlayabilmek amacıyla kullanılan alet, step-wedge veya penetrometre olarak adlandırılmaktadır. Objektif bir yorum yapabilmek için bilinen yapıda ve kalınlıkta bir materyalin seçilen obje ile birlikte ışınlanmasını takiben materyalin yoğunluğu ile objenin yoğunluğu arasında bir karşılaştırma yapmak ve obje densitesini materyalin kalınlığı cinsinden tanımlamak gereklidir. Kemik dokusunun değerlendirilmesinde referans olarak kullanılan materyal Alüminyum'dur. Alüminyumun tercih edilme nedeni, ışınları absorbe etme ve yayma özelliklerinin kemiğin bu özellikleriyle özdeş olmasıdır. Kemik dokusunun densitometrik ölçümlerinde kullanılması gerekli olan Alüminyum step-wedge kalınlığı 1-8 mm olarak bildirilmiştir (3).

Dijital görüntülerin oluşumu sırasında görüntü içindeki bilgiler bit (binary ünite) adı verilen üniteler içine ayrıştırılarak matriks adı verilen bir örgü içinde sıralar ve kolonlar halinde pozisyonlandırılmaktadır. Bu görüntü matriksi üzerinde bilgi içeren en küçük nokta piksel (resim elemanı) olarak adlandırılır. Piksel boyutu küçüldükçe, görüntü kalitesi artmakta ve daha çok detay görüntülenebilmektedir.

Radyolojik olarak birbirine çok yakın en küçük iki objenin ayırt edilebilmesi, sistemin rezolüsyonu, densite, kontrast, açılandırma ve objenin şekli ile ilişkilidir.

Rezolüsyon, birbirine yakın olan objeleri ayırt edebilme kapasitesini tanımlar. Dijital radyografide dijital görüntünün rezolüsyonunu belirleyen nitelikler, grilik derecesi (kontrast rezolüsyonu) ile piksel sayısıdır (uzaysal rezolüsyon).

Dijital bir görüntüdeki her piksel, eşdeğeri olduğu gri tona göre numaralandırılır ve her numara görüntü üzerinde o alana ait açıklık ve koyuluk derecesini tanımlamaktadır. Kullanılan grilik derecesi (dynamic range) sayısı genellikle 256 tondan oluşmaktadır. Bu da bilgisayarda her pikselin (birim resim elementinin) bit olarak kodlandığı ve 8 bit olduğu anlamına gelir ( $2^8=256$ ). En koyu gri (siyah) sıfıra, en açık gri (beyaz) ise 255'e eşdeğerdur. Piksel başına 12, 16 ve 32 bit kullanıldığı durumlarda dinamik aralık daha geniş olmakla birlikte, bu boyuttaki görüntülerin saklanması için daha yüksek hafıza kapasitesi olan bilgisayarlara gerek vardır, bu nedenle dişhekimliğinde kullanılan birçok ticari dijital sistemin kontrast rezolüsyonu 8 bit'tir.

En ufak detayların ayırt edilebilmesi için sistemin uzaysal rezolüsyonunun en küçük objenin boyutlarının en az yarısı kadar olması gereklidir. Örneğin, ayırt edilebilen en küçük objenin çapı  $100\mu\text{m}$  ise bu objeyi çözümleyebilmek için gerekli olan sistem rezolüsyonu en az  $50\mu\text{m}$  olmalıdır. Rezolüsyonu tanımlamanın bir yolu da milimetrede seçilebilen çizgi çiftidir (lp/mm). Periapikal filmlerin birçoğunun rezolüsyonu ise 7 ila 10 lp/mm ile sınırlı kalmaktadır (4,78,131,139).

Çürük tanısında başarının artırılması için radyografik olarak kabul edilebilir kalitede elde edilmiş görüntülerin standart koşullarda yani sakin ve az ışıklı bir ortamda değerlendirilmesi gerekir (21,65). Dışarıdan yansıyan ışığın görüntü kalitesini etkilediği ve dijital veya konvansiyonel olarak elde edilen görüntülerde

büyütme uygulanmasının çürük tanısında gözlemci performansını etkilediği bildirilmiştir (37,145).

### 1.3.3. ÇÜRÜK LEZYONUNUN BÜYÜKLÜĞÜ VE LOKALİZASYONU:

Restorasyonlu dişlerin aproksimal yüzeylerindeki sekonder çürüklerin tanısında, lezyon büyüklüğünün ve lokalizasyonunun etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalarda, büyük lezyonların küçük olanlara ve gingival tabanın ortası ile bukkale yakın lezyonların ise lingualde lokalize olanlara göre daha kolay belirlendiği gösterilmiştir (85,95,106).

Rudolph ve arkadaşları da (1993) amalgam dolgulu dişlerdeki sekonder çürüklerin tanısında bite-wing radyografinin etkinliği üzerine yaptıkları çalışmalarında; bite-wing radyografinin büyük lezyonları %100, orta lezyonları %89 ve küçük lezyonları %40 sensitivite ile saptayabildiğini bildirmişlerdir (106).

Syriopoulos ve arkadaşları da (2000) aproksimal çürüklerin radyografik olarak saptanmasında değişik görüntüleme sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, çürük lezyonunun derinliğinin gözlemcilerin performansını belirgin derecede etkilediğini belirtmişlerdir (120).

Ayrıca kökteki lezyonların daha fazla ilerlemiş olmaları ve minedeki kavitelerin radyopasitelerinden dolayı köklerdeki sekonder çürüklerin, koroner sekonder çürüklere göre daha doğru tanılanabildiği gösterilmiştir (35,118).

### 1.3.4. LEZYONA BİTİŞİK MATERYALİN TÜRÜ:

Restoratif materyal ile komşu diş yapısı arasındaki kontrast farkı sekonder çürük tanısında önemli bir faktör olarak belirlenmiştir (85).

Tveit ve Espelid (1986) sekonder çürüklerin tanısında restoratif materyalin önemini belirlemeye yönelik çalışmalarında kompozit restorasyonlara bitişik lezyonların yalnızca %53'ünün, amalgam restorasyonlara bitişik lezyonların yalnızca %44'ünün saptanabildiğini bildirmişlerdir. Bunun yanısıra radyopak kompozit ve amalgam restorasyonlara bitişik olan sağlıklı yüzeylerin de %7-10 oranında hatalı biçimde ve çürük olarak saptandığını belirlemişlerdir (125).

Matteson ve arkadaşları (1989), çekilmiş sağlıklı premolar dişlerde yaptıkları *in vitro* çalışmada radyopak kompozit materyallerin altındaki yapay sekonder çürük lezyonlarının daha etkili olarak saptanabildiğini bildirmişlerdir (85).

Tveit ve Espelid (1986) kullanılan restoratif materyaller arasındaki radyopasite farkının, çürük tanısında önemli olduğunu vurgulamışlardır (125). Orta derecede radyopak bir materyalin çok radyopak olana tercih edilmesi gerektiğini, çok yüksek radyodensitesi olan materyallerin restorasyona bitişik ya da altındaki çürüğün tanısında güçlük yarattığını bildirmişlerdir (125). Benzer şekilde Sewerin (1980) radyopak kompozit restorasyonlara bitişik olan yapay çürük lezyonlarının ancak %78'inin doğru olarak tanılanabildiğini ve sağlıklı dişlerin %19'unun hatalı şekilde çürük olarak saptandığını bildirmiştir (111).

Araştırmacılar sekonder çürüklerin tanısının doğru olarak yapılabilmesi için kullanılan restoratif materyallerin radyopak olması gerektiğini bildirmişlerdir (42,44,71,129).

Uluslararası Standartlar Organizasyonu ve Amerikan Dişhekimleri Birliği; bir materyalin radyopak olduğunun iddia edilebilmesi için, radyografik incelemede



eşit kalınlıktaki alüminyumdan daha fazla radyopak olması gerektiğini, daha düşük radyopasite değerlerinin restorasyon kenarlarındaki defektin veya çürüğün tanısını olumsuz yönde etkileyeceğini ifade etmiştir (10,57). Bu standartlar, restoratif materyaller kadar yapıştırma simanları için de geçerlidir (42,127).

Akerboom ve arkadaşları (1993) ile Prevost ve arkadaşları (1990), cam iyonomer simanların da kompozit resinler gibi radyopak olması gerektiğini, ayrıca bu materyaller kaide olarak kullanıldığında dentinden daha yüksek ve mineye benzer densitede olması gerektiğini, böylece sekonder çürüklerin saptanmasındaki problemlerin ortadan kaldırılabilceğini belirtmişlerdir (6,101).

#### 1.4. DENTAL KAİDE MATERYALLERİ

Dental simanlar çok az miktarlarda kullanılmalarına karşın klinikte uygulanma alanlarının geniş oluşu nedeniyle dişhekimliğinde önemli yeri olan materyallerdir. Bunlar;

1. Restorasyonların ve ortodontik materyallerin dişe yapıştırılmasında yapıştırıcı ajan olarak,
2. Pulpayı korumak amacıyla kavitelere örtücü (liner) olarak,
3. Restorasyonlara temel teşkil etmek ve destek olmak için kaide materyali olarak,
4. Restoratif materyal olarak kullanılırlar.

Dişhekimliği uygulamalarında kaide materyallerinin çok çeşitli endikasyonlarının olması nedeniyle, birden fazla tipte kaide materyaline ihtiyaç vardır. Bu yüzden değişen ihtiyaçlara karşılık olarak, yeni uluslararası standartların yanısıra

(International Standards Organization [ISO]), spesifik bileşimlerden çok uygulama kriterlerine dayandırılan çeşitli ulusal standartlar da (American National Standards Institute/American Dental Association [ANSI/ADA]) geliştirilmektedir.

Kaide materyallerinin yapıştırma ve restoratif uygulamalarda kullanılabilir olması için ağız ortamında çözünmesini önleyecek derecede dirence sahip olmalarının yanısıra, mekanik bağlanma ve adezyon sırasında yeterli derecede kuvvetli bağları geliştirebilme özelliğine sahip olması da gerekir. Aynı zamanda, basınca ve sıkışmaya dayanıklı, biyolojik olarak uyumlu, hekime yeterli hazırlama ve çalışma süresi sağlayacak özellikte olmalıdırlar (96).

Kaide materyallerinin çoğu, toz-likit halindeki materyallerin manuel olarak veya kapsüller içinde olanların ise mekanik olarak karılması ile hazırlanabilir. Yeni materyallerden bazıları katalizör ve bazdan oluşan iki ayrı macundan meydana gelmektedir. Kaide materyalleri, içindeki maddelerin arasındaki kimyasal reaksiyon (sıklıkla asit-baz reaksiyonu) ile, ya da monomerik bir bileşenin polimerizasyonu ile hazırlanırlar.

İlk olarak çinko oksit-fosforik asit, çinko oksit-öjenol (%85 karanfil yağı), ve silikat cam-fosforik asit simanlar keşfedilmiş, daha sonra ise poliakrilik asit esaslı simanlar geliştirilmiştir. Bunların ilki çinko poliakrilat (polikarboksilat) ve daha sonra bulunanı ise cam iyonomer simandır. Polikarboksilat simanlar pulpa üzerinde minimum etkileri, benzer nitelikteki kuvvet, çözünürlük ve adhezyon özellikleri ile çinko fosfat simana alternatif olmuştur. Cam iyonomer

simanların gelişimi daha yavaş olmasına karşın, yapıştırma ve restoratif uygulamalardaki potansiyelleri klinisyenler tarafından daha yaygın olarak kullanılmalarını sağlamıştır.

Akrilik rezinlerin bulunuşu 1950'lerin ortasında polimetilmetakrilatın gelişimine yol açmıştır, ancak bu materyallerin rutin simantasyon için kullanımları toksisite, sızıntı ve adhezyon gibi özelliklerindeki eksiklikleri nedeniyle sınırlıdır. Son 10 yılda, polimerize olabilen Bis-GMA ve diğer dimetakrilat monomer simanlar geliştirilerek, ortodontik braketlerin mineye yapıştırılmasında ve restorasyonların simantasyonunda kullanılmaya başlanmıştır.

Yaklaşık 25 yıl önce bulunan kalsiyum hidroksit ve likit salisilat içeren simanlar derin kavitelerin örtülmesinde kullanılırlar ve antibakteriyel koruyucu tabaka oluşturarak tamir dentininin oluşumunu kolaylaştırırlar.

Son 10 yıldaki araştırmaların sonucunda dört ana tipte siman bulunmuştur ve matriks oluşumu türlerine göre sınıflandırılmışlardır (96). (Tablo 1)

Matriks Bond	Siman sınıfı	Tipi
Fosfat	Çinko fosfat	Çinko fosfat Çinko fosfat florür Çinko fosfat bakır oksit Çinko fosfat gümüş tuzları
	Çinko silikofosfat	Çinko silikofosfat Çinko silikofosfat civa tuzları
Fenolat	Çinko oksit-öjenol	Çinko oksit-öjenol Çinko oksit-öjenol polimer Çinko oksit-öjenol EBA/alüminyum oksit
	Kalsiyum hidroksit salisilat	Kalsiyum hidroksit salisilat
Polikarboksilat	Çinko polikarboksilat	Çinko polikarboksilat Çinko polikarboksilat florür
	Cam iyonomer	Kalsiyum alüminyum polialkeonat Kalsiyum alüminyum polialkeonat-polimetakrilat
Polimetakrilat	Akrilik	Poli(metil metakrilat)
	Dimetakrilat	Dimetakrilat unfilled Dimetakrilat filled

Tablo 1. Kaide materyallerinin içeriklerine göre sınıflandırılması.

#### 1.4.1. FOSFAT BAZLI SİMANLAR

##### 1.4.1.1. Çinko fosfat siman

Uygulama Alanları:

Sabit metal ve porselen restorasyonların, ortodontik bantların yapıştırılmasında, pulpayı mekanik ve elektrik uyarılardan korumak amacı ile kaide veya örtücü (liner) olarak kullanılırlar.

### İçeriği ve sertleşmesi:

Tozu; çinko oksit, 10 nezyum oksit ve az miktarda pigmentten oluşur. Likiti; %30-55 su ve %45-64 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> içeren fosforik asitin sulu solüsyonundan oluşur. Likit aynı zamanda %2-3 alüminyum ve % 0-9 çinko içerir.

Çinko fosfat simanların bazılarının bileşimleri modifiye edilmiştir. Genellikle kavite örtücü olarak kullanılan materyallerin likitinde sadece %25 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ve %8 alüminyum; tozunda ise kalsiyum hidroksit bulunur. Diğerleri florür içerebilirler.

### Uygulanması:

Bileşenlerin miktarı ve karıştırma zamanı materyalin başarılı olması için önemlidir. Materyal, kuru bir yüzey üzerinde tozun küçük porsiyonlarla likite ilave edilmesiyle hazırlanır. Toz/likit oranının arttırılması ile visköz bir karışım ve daha yüksek kuvvet, düşük çözünürlük, kısa hazırlama süresi sağlanır ve daha az asit ortaya çıkar.

### Özellikleri:

Çinko fosfat simanlar uygulama kolaylıkları ve çabuk sertleşmeleri nedeniyle tercih edilmektedirler, ancak materyalin özellikleri, markasına ve toz/likit oranına göre değişebilmektedir.

Çinko fosfat simanların çoğunda, oda sıcaklığında (21°-23°C) çalışma zamanı 3-6 dakika, sertleşme zamanı ise 5-14 dakikadır. Film kalınlığının minimum değeri, toz partiküllerinin büyüklüğüne, toz/likit oranına ve karışımın yoğunluğuna bağlı olmakla birlikte, simanlarda ISO ve ANSI/ADA tarafından belirlenen kabul edilebilir film kalınlıkları 25µm'den daha azdır.

Biyolojik etkileri:

Yeni karıştırılmış çinko fosfat siman'ın pH'ı 1-2 olup oldukça asidiktir, sertleştikten 24 saat sonra bile pH genellikle 6-7 arasındadır. Siman ile ilgili ağrı, sadece karışımın serbest asiditesine değil, aynı zamanda sıvının dentin tübüllerine doğru osmotik hareketine de bağlanmaktadır (96). Yanısıra restorasyonun oturması süresince hidrolik basınç gelişmesi nedeniyle, pulpa içinde de basınç gelişebilir.

Avantaj ve dezavantajları:

Çinko fosfat simanların en büyük avantajları kolayca karıştırılabilmeleri, oldukça çabuk donmaları ve karışım aşırı derecede ince olmadığı sürece sertleşen simanın yeterli kuvvete sahip olmasıdır. Belirgin dezavantajları; pulpada irritasyona neden olmaları, antibakteriyel etkilerinin olmaması, kırılabilirliği, adezyon eksikliği ve ağız sıvılarında çözünürlüğüdür.

#### 1.4.1.2. Modifiye Çinko Fosfat Simanlar

##### 1.4.1.2.1. Bakır ve Gümüş Simanlar

Siyah bakır simanlar bakır oksit ( $\text{CuO}$ ); kırmızı bakır simanlar bakırdioksit ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) içerirken diğerleri bakır iodide veya silikat içerebilirler. Bu simanlarda uygun manipulasyon özelliklerini sağlamak için daha düşük toz/likit oranı gerektiğinden karışım yüksek derecede asidiktir ve daha büyük pulpa irritasyonuna neden olur. Çinko fosfat simanlara göre çözünürlüklerinin daha yüksek, kuvvetlere karşı direncinin daha düşük olmasının yanısıra bakteriyostatik veya antikaryojenik özellikleri de azdır. Çinko fosfat simanlara göre avantajları saptanmamıştır.

#### 1.4.1.2.2. Florür Simanlar

İçeriklerinde stanöz florür (%1-3) bulunan bu tür simanların, çinko fosfat simanlara göre çözünürlükleri yüksek dirençleri daha düşüktür.

#### 1.4.1.2.3. Silikofosfat Simanlar

Çinko fosfat ve silikat simanların kombinasyonu olarak elde edilen bu materyallerdeki silikat camın varlığı; bir miktar translüsensi, kuvvet artışı ve florür salınımı sağlamaktadır.

Uygulama alanları:

Sabit restorasyonların ve ortodontik bantların yapıştırılmasında yapıştırıcı olarak (Tip 1) ve posterior geçici dolgu maddesi olarak (Tip 2) kullanılırlar.

İçeriği ve Sertleşmesi:

Bu materyallerdeki toz, silikat cam (silikat siman tozu) ve %10-20 çinko oksit (çinko fosfat siman tozu) karışımını içerir. Mekanik olarak karıştırılırlar veya eriyip birbirleriyle kaynaşarak yeni bir yapı oluştururlar. Silikat cam genellikle %12-25 oranında florür içerir. Küçük miktarlarda civa veya gümüş bileşenlerinin olması nedeniyle bazı materyaller antiseptik olarak nitelendirilirler (96).

Likiti ise yaklaşık %45 su ve %2-5 alüminyum ve çinko tuzları içeren konsantre ortofosforik asit solüsyonudur.

Uygulanması:

Karıştırma işlemi fosfat simaninkine benzer, aşınmayan bir spatül ve soğuk bir karıştırma yüzeyi kullanılmalıdır. Karışım, camcı macununa benzer yoğunlukta, ve parlak olmalıdır.

Özellikleri:

Yapıştırma yoğunluğunda hazırlama zamanı 5-7 dakika, çalışma zamanı yaklaşık 4 dakikadır. Ancak bu süre soğuk karıştırma yüzeyi kullanılarak arttırılabilir.

Bu simanlar genellikle çinko fosfat simanlara göre daha yüksek film kalınlığına yol açan büyük gren boyutuna ve daha kısa çalışma zamanına sahiptirler.

Silikofosfat simanların organik asitlerdeki ve ağız içindeki çözünürlüğü, fosfat simanlardan daha düşüktür.

Ortodontik bantların dişlere yapıştırılmasındaki dayanıklılığının daha yüksek ve dekalsifikasyonun daha az olduğu gözlenmiştir (96). Ayrıca silikofosfat simanlardaki cam içeriği fosfat simandan önemli ölçüde daha yüksek translüsensi verdiği için bu simanlar porselen restorasyonların yapıştırılmasında daha çok tercih edilirler (96).

Biyolojik etkileri:

Karışımın asiditesi ve sertleşmeden sonraki uzun süreli düşük pH (4-5) nedeniyle bütün vital dişlerde pulpa koruması gereklidir.



Avantaj ve dezavantajları:

Silikofosfat simanlar çinko fosfat simanlardan daha kuvvetli, dayanıklı, aşınmaya dirençlidir, ve önemli ölçüde florür açığa çıkarır, translüsenttir, klinik koşullarda daha düşük çözünürlüktedir ve daha iyi yapıştırır.

Dezavantajları arasında; başlangıç pH'larının ve total asiditelerinin çinkofosfat simanlara göre yüksek olması, pulpal hassasiyetin uzun sürmesi, ve pulpa koruması gerektirmesi sayılmaktadır.

#### 1.4.2. FENOLAT-BAZLI SİMANLAR

Bu grupta başlıca 3 tip siman bulunmaktadır:

1. Sertleşmeyi hızlandırıcı ajanlar içerebilen çinko oksit-öjenol kombinasyonu,
2. Güçlendirilmiş çinko oksit-öjenol materyalleri,
3. Orto-etoksi benzoik asit (EBA) simanlar.

##### 1.4.2.1. Çinko Oksit-Öjenol Simanlar

Uygulama alanları:

Bu simanlar restorasyonların geçici olarak yapıştırılmasında, dişlere geçici restorasyon yapımında, ve derin kavite preparasyonlarında kavite örtücü olarak kullanılır.

İçeriği ve sertleşmesi:

Tozu saf çinko oksittir, ancak ticari materyaller ufak miktarlarda silika gibi dolgu maddeleri içerebilir. Asetat veya sülfat gibi yaklaşık %1'lik çinko tuzları sertleşmeyi hızlandırıcı olarak bulunabilir. Likit ise saf öjenol veya bazı ticari materyallerde karanfil yağı (%85 öjenol) dır. Yanısıra sertleşme reaksiyonu için

gerekli olan az miktarda su ile birlikte hızlandırıcı olarak %1 veya daha az oranda alkol ya da asetik asit bulunabilir.

Çinko oksit veya öjenol arasında gelişen kimyasal reaksiyon sonucu çinko öjenolat ortaya çıkar. Bu, simanın ana yapısını oluşturan maddedir.

Uygulanması:

Çinko oksit yavaş yavaş öjenol ile ıslatılır; özellikle kalın bir karışım elde etmek için kuvvetli ve uzun süreli bir karıştırma gereklidir. Maksimum etkinlik için toz/likit oranı 3:1 ya da 4:1 olmalıdır.

Özellikleri:

Sertleşme için nemlenme gerektiğinden, çalışma zamanı uzundur. Ticari materyaller 2-10 dakika arasında sertleşir. Amalgam restorasyonların yerleştirilmesi için gereken kuvvet, materyalin 10 dakika sertleşmesi ile sağlanır. Çinko oksitin partikül büyüklüğü ve karışımın viskozitesi film kalınlığını etkiler. Genel olarak partiküller ne kadar küçük ise simanlar o kadar dayanıklıdır (98).

Biyolojik etkileri:

Öjenol potansiyel bir allerjen olmakla birlikte, klinik koşullarda sertleşen simanda öjenol bulunmasının derin kavitelerde pulpa üzerinde ağrı kesici etkilere yol açtığı saptanmıştır. Materyal direkt olarak bağ dokusu ile karşılaştığında irritan olmasına karşın, örtüleme (sealing) kapasitesi ve antibakteriyel etkisi ile pulpa iyileşmesini kolaylaştırdığı gözlenmektedir.

### Avantaj ve dezavantajları:

Bu materyallerin başlıca avantajları; iyi örtüleme yetenekleri, marjinal penetrasyona dirençli olmaları, pulpa dokusu üzerindeki analjezik, antiseptik özellikleri ve pulpanın iyileşmesini kolaylaştırmalarıdır.

Dezavantajları ise; düşük kuvvet ve abrazyon direnci, çözünürlük, ağız sıvılarında parçalanmaları ve antikaryojenik etkilerinin az olmasıdır.

#### 1.4.2.2. Kuvvetlendirilmiş Çinko Oksit-Öjenol Simanlar

##### Uygulama Alanları:

Bu materyaller restorasyonlar için yapıştırıcı ajan olarak, kavite örtücü ve kaide materyali ya da geçici dolgu materyali olarak kullanılırlar.

##### İçeriği ve sertleşmesi:

Tozu, hızlandırıcılar ile birlikte %10-40 doğal veya sentetik resinler ile çinko oksit içerirken, likitinde öjenol, erimiş rezinler, asetik asit gibi hızlandırıcılar ve timol ya da 8-hidroksikinolin gibi antimikrobiyal ajanlar bulunmaktadır. Sertleşme reaksiyonu çinko oksit-öjenol simanlarınkine benzer.

##### Uygulanması:

Karıştırma kağıdı veya kuru bir yüzey üzerinde, toz likite küçük porsiyonlar halinde ilave edilerek karıştırılmalıdır.

##### Özellikleri:

Bu simanlar, sertleşme için neme ihtiyaç duymaları nedeniyle uzun çalışma zamanı gerektirirler. Bazı ticari materyaller nem içerdikleri için çalışma ve sertleşme zamanları çinko fosfat simanlarınki ile aynı aralıktadır. Bununla

birlikte ağız ortamında 7-9 dakika olan sertleşme zamanı toz/likit oranının azaltılması ile uzatılabilir.

Ticari materyallerde yapıştırma kıvamında film kalınlık değerleri 35'den 70 µm'ye kadardır.

Biyolojik etkileri:

Materyalin markasına bağlı olarak bağ dokusundaki enflamatuar reaksiyonlarda bazı farklılıklar gözlenmesine karşın, polimer-kuvvetlendirilmiş çinko oksit-öjenol simanlar normal çinko oksit-öjenol simanlara benzer biyolojik etkilere sahiptir. Ancak bazı rezin restoratif materyallerde yumuşama ve renginde bozulma yaratabilirler.

Avantaj ve dezavantajları:

En önemli avantajları; minimum biyolojik etkileri, örtüleme özelliklerinin başlangıçta iyi olması ve restorasyonların daimi olarak yapıştırılmasında yeterli kuvvete sahip olmalarıdır.

Önemli dezavantajları ise; düşük kuvvet, yüksek çözünürlük ve çinko fosfat simanlara göre daha yüksek oranlarda parçalanma, hidrolitik dayanıksızlık, yumuşama ve bazı rezin restoratif materyallerde renk bozulmasına neden olmalarıdır.

#### 1.4.2.3. EBA ve Diğer Şelat Simanlar

Çinko oksit-öjenol simanların geliştirilmesi ile elde edilen bu simanlar arasında yapıştırıcı ve örtücü olarak elde edilen tek sistem, orto benzoik asit içerendir.

Uygulama alanları:

Bu materyal kuron, köprü ve inleylerin yapıştırılmasında, geçici dolgu maddesi olarak ve kaide ya da örtücü materyal olarak kullanılmaktadır.

İçeriği ve sertleşmesi:

EBA materyallerinin tozu büyük oranı çinko oksit olmak üzere, %20-30 alüminyum oksit veya diğer mineral katkılarını içerir ancak poli (metil metakrilat) gibi kuvvetlendirici polimerik ajanlar da bulunabilir. Likit kalan öjenolle birlikte %50-60 etoksibenzoik asit içerir.

Materyalin sertleşme mekanizması tam olarak açıklanamamıştır.

Uygulanması:

Manipulasyonu genel olarak, kuvvetlendirilmiş çinko oksit-öjenol simanlara benzer. Yüksek toz/likit oranında bile siman çok sıvı bir kıvamda karıştırılır. Optimal özellikleri sağlamak için mümkün olduğunca yüksek toz/likit oranı kullanmak önemlidir. Yapıştırma için yaklaşık 3.5g/mL, kaide materyali ya da örtücü olarak da 5-6g/mL olmalı ve yaklaşık 2 dakika karıştırılmalıdır. Maksimum kuvvete ulaşması için birkaç gün gerekmektedir.

Özellikleri:

Çalışma zamanı oda sıcaklığında neme bağlı olarak uzundur. Sertleşme süresi ağız ortamında 7-13 dakika arasındadır.

Değişik markalar için film kalınlığı 40-70 µm arasında değişir.

Çözünürlüğü distile suda ki polimer-kuvvetlendirilmiş çinko oksit-öjenole benzer.

Biyolojik etkileri:

Çinko oksit-öjenolün özelliklerine benzerdir.

Avantaj ve dezavantajları:

EBA simanlarının başlıca avantajları; kolay karıştırılmaları, çalışma zamanının uzun ve akışkanlıklarının iyi olması ve pulpa irritasyonlarının düşük olmasıdır.

Başlıca dezavantajları ise; ağız sıvılarında hidrolitik bozunma, plastik deformasyon, toz/likit oranlanmasının zorluğu ve retansiyonunun çinko fosfat simanlardan zayıf olmasıdır.

Bu materyaller restorasyonların yapıştırılmasında en uygun materyal gibi görünmektedirler (96).

#### 1.4.2.4. Kalsiyum Hidroksit Şelat Simanlar

Bu simanlar doku dostu özellik gösteren kalsiyum hidroksit ( $\text{CaOH}_2$ ) içermeleri nedeni ile terapötik etkiye de sahip olan materyallerdir (98).

Tamir dentini yapımını kolaylaştırdığı için pulpa örtücü materyal olarak kalsiyum hidroksit uzun zamandır kullanılmaktadır. Bu nedenle kalsiyum hidroksit içeren bu tür simanlar da derin kavitelerde kuafaj maddesi olarak kullanılırlar (98).

İçeriği ve sertleşmesi:

Bu materyaller, genellikle biri kalsiyum hidroksit, çinko oksit ve etilen toluen sulfonamidin içindeki çinko tuzlarını, diğeri ise kalsiyum sülfat, titanyum dioksit ve likit disalisat esteri içinde kalsiyum tungstat (radyopasite verici ajan) içeren iki ayrı macundan meydana gelirler.

Uygulanması:

Her iki macundan eşit miktarda sıkılır ve uniform bir renk oluşana kadar karıştırılır.

Özellikleri:

Çalışma süresi 3-5 dakika arasındadır. Ağız içinde sertleşmesi 1-2 dakikadır.

Biyolojik etkileri:

Kalsiyum hidroksit pH'ı 11 olan kostik bir maddedir, ancak asitleri nötralize edebilir. Kalsiyum hidroksitin öncelikle aerop mikroorganizmalar olmak üzere, dezenfektan ve bakterisit özellikleri vardır.

Ticari örnekler; CpCap (çinko oksit de içerir), Dycal (çinko oksit ve titan oksit içerir), Kalsin.

Avantaj ve dezavantajları:

Avantajları; kolay manipulasyonları, ince tabakaların hızlı sertleşmesi, örtücü özellikleri ve ekspoze pulpa ile çürük dentin üzerinde yararlı etkileri olmasıdır.

Tamamen sertleştiğinde bile kuvvetlerinin düşük olması, plastik deformasyon göstermeleri, neme maruz kaldıklarında zayıflamaları, ve eğer marjinal sızıntı olursa asidik şartlarda çözünmeleri ise başlıca dezavantajlarıdır.

#### 1.4.3. POLİKARBOKSİLAT (KARBOKSİLAT) BAZLI SİMANLAR

Polikarboksilat simanlar, çinko oksit-öjenol materyallerinin biyolojik kabul edilebilirliği ile fosfat sistemlerin kuvvet özelliklerinin kombine edilmesiyle dental adeziv simanlar olarak 1960'ların sonlarında geliştirilmişlerdir.

### Uygulama alanları:

Ticari örnekleri Durelon, Poly F plus olan çinko polikarboksilatlar porselen restorasyonların, ortodontik bantların yapıştırılmasında, kavite örtücü veya kaide materyali olarak, ve geçici dolgu maddesi olarak da kullanılırlar.

### İçeriği ve Sertleşmesi:

Tozunda çinko oksit vardır. Bazı markalarda %1-5 kalay veya magnezyum oksit ya da %10-40 alüminyum oksit benzeri kuvvetlendirici dolgular içerebilir. Mekanik özelliklerini geliştirmek ve florür salınımı sağlamak için çok az oranda florür içerebilirler. Likiti %40 sulandırılmış poliakrilik asittir.

### Uygulanması:

Toz ve likit oranları dikkatlice ayarlanmalı ve karışım parlak iken uygulanmalıdır.

### Özellikleri:

Çalışma süresi oda sıcaklığında 2.5-3.5 dakika, ve sertleşme süresi 37°C'de 6-9 dakikadır. Dayanıklılıkları çinko fosfat siman ile çinko oksit öjenol arasındadır (98).

### Biyolojik etkileri:

Çinko polikarboksilat simanın pulpa üzerindeki etkileri çinko oksit-öjenol simanlara benzer veya daha az olduğu bilinmektedir (96). Poliakrilik asit zayıf bir asittir ve molekülleri büyük olduğundan dentin kanallarına girip yayılamaz, dolayısı ile pulpaya diğer asitler gibi fazla zararı olmaz (98).



Polikarboksilat simanlar organo-inorganik yapıdaki, yarı plastik maddelerdir. İlk karıştırıldıklarında pH'ları düşüktür, ancak 24 saat sonra pH'ları 6'ya kadar çıkar (98).

Florür içeren simanlardan açığa çıkan florür, komşu mine tarafından alınır ve büyük ihtimalle antikaryojenik etkide kullanılır.

Çinko polikarboksilat simanların biyouyumluluğu ise genellikle iyi olarak kabul edilmektedir.

Avantaj ve dezavantajları:

Bu materyallerin başlıca avantajları; düşük ısı derecelerinde iritan olmaları, diş yapısına ve alaşımlara adezyonunun iyi olması, kolay manipülasyonu, kuvveti, çözünürlüğü, ve film kalınlığı özellikleridir.

Dezavantajları; optimal özellikler için toz/likit oranının önemli olması, çinko fosfat simanlara göre sıkıştırma kuvvetlerinin düşük, viskoelastisitesinin yüksek olması, bazı materyallerin çalışma zamanlarının kısa olması, ve adezyon için temiz yüzey gerektirmeleridir.

#### 1.4.3.1. Cam İyonomer Simanlar

Bu materyaller 1970'lerde silikat ve poliakrilat sistemlerin biraraya getirilmesiyle elde edilmişlerdir. Asit-reaktif cam tozun poliakrilik asit solüsyonu ile birlikte kullanımı dolgu maddesi ve yapıştırıcı olarak kullanılabilen translüsent, daha kuvvetli bir siman oluşumuna yol açmaktadır (96).

Uygulama alanları:

Kuron ve köprü yapıştırımda, ortodontik bant ve braket yapıştırımda, sınıf II, sınıf III ve tünel restorasyonlarda, restoratif materyal olarak, abrazyona ve

erozyona uğramış defektlerde kaide maddesi ya da kavite örtücü olarak kullanılırlar (98).

İçeriği ve sertleşmesi:

Markalara göre içeriklerinde farklılıklar olabilmekle birlikte, genellikle toz bölümünde silisyum oksit, alüminyum oksit, kalsiyum florürit, alüminyum florürit ve cam tozları (alüminyo fosfo silikat) gibi maddeler içerirler. Likit bölümü ise poliakrilik asit, tartarik asit, itakonik asit veya sadece distile su olabilir (98). Çinko oksit içeren Ziommer ve daha ileri fiziksel özellikler için cam tozuna gümüş tozu karıştırılmış olan Ketac-Silver farklı içeriklere örnek olarak gösterilebilir.

Markalar arasındaki içerik farklılıkları sertleşme oranını ve materyalin özelliklerini etkiler.

Cam iyonomer simanların sertleşme reaksiyonu iki aşamalı bir sertleşmedir. Birinci sertleşmede kalsiyum iyonları poliakrilik asitin karboksilat gruplarına bağlanır. Bu aşamada siman modelenebilir durumdadır. İkinci sertleşmede ise alüminyum iyonları reaksiyona girerek alüminyum poliakrilat oluştururlar.

Uygulanması:

Materyalin toz ve likit kısmı dikkatlice oranlanmalı ve 30-40 saniyede hızlıca karıştırılmalıdır. Bazı markalara ait cam iyonomer simanlar kapsüller içindedir ve mekanik olarak karıştırılıp enjekte edilirler. Konvansiyonel tipte cam iyonomer simanların yapıştırma için kullanılmasında toz/likit oranı yaklaşık 1.3:1'dir. En iyi sonuç soğutulmuş tozun soğutulmuş bir yüzey üzerinde likitle karıştırılması sonucunda elde edilir ve restoratif karışımın macun benzeri bir kıvama ve parlak bir yüzeye sahip olması, diş ve restorasyon yüzeylerinin de

temiz ve kuru olması gereklidir. Siman sertleşirken nemle kontaminasyonu veya nem kaybı engellenmelidir. Restorasyon kenarları veya dolgu yüzeylerinin vernik veya ışıkla sertleşen bir sealant ile korunması önerilmekle birlikte, ışıkla sertleşen materyallerde bu işlem daha az önem taşımaktadır.

Özellikleri:

Yapıştırma materyalleri için sertleşme süresi 6-9 dakika arasındadır. Örtüleme (liner) materyalleri için sertleşme süresi 4-5 dakika, restoratif materyaller için ise 3-4 dakikadır.

Işıkla sertleşen materyaller görünür bir ışık kaynağına maruz kaldıklarında yaklaşık 30 saniyede sertleşirken asit-baz reaksiyonu yavaşça devam eder ve materyalin özellikleri zamanla gelişir. Film kalınlığı 25-35µm arasındadır.

Cam iyonomer simanlar mine ve dentin gibi kalsifiye dokulara kimyasal olarak bağlanabilirlerken paslanmaz çeliğe, platine, altına, amalgam ve kompozite de yapışabilme özelliği taşırlar (98).

Biyolojik etkileri:

Biyolojik uyumları iyidir, pulpa ve gingiva tarafından iyi tolere edilebilirler.

Materyal içeriğinde bulunan florür nedeniyle antikaryojenik özelliğe sahiptir. Bilindiği üzere florür remineralizasyonu olumlu yönde etkileyerek, dişleri çürüğe karşı daha dirençli kılmaktadır. Florür dentin dokusunda 35-50mm derinliğe kadar ilerleyebilir ve bakteri difüzyonu için bir bariyer oluşturabilir. İyon alışverişi ve florürür salımını cam iyonomer siman ile mine dokusu arasında kimyasal bağlanmadan kaynaklanan moleküler temas yoluyla gerçekleştirilir (98).

Avantaj ve dezavantajları:

Cam iyonmer simanların avantajları; kolay karıştırılmaları, yüksek kuvvet ve sertlikleri, florür açığa çıkarmaları, asitte erimeye karşı dirençlerinin iyi olması, adeziv özellikleri, ve translüsensileri olarak sayılmaktadır.

Dezavantajları arasında ise; yavaş sertleşmesi ve neme hassasiyeti, farklı adeziv özellikleri, radyolüsent olmaları, ve muhtemel pulpa hassasiyeti oluşturmaları bulunmaktadır.

#### 1.4.4. POLİMER-BAZLI SİMANLAR

Bu gruptaki materyallerin büyük çoğunluğunu 2 tip poli(metakrilat) oluşturur:

1. Metil metakrilat bazlı materyaller,
2. Aromatik dimetakrilat bazlı Bis-GMA tipi materyaller.

##### 1.4.4.1. Akrilik Rezin Simanlar

Uygulama Alanları:

Akrilik rezin simanlar geçici kuronların, fasetlerin ve restorasyonların yapıştırılmasında kullanılırlar.

İçeriği ve Sertleşmesi:

Bu materyallerin tozu, başlatıcı olarak kopolimer içeren benzoil peroksit ya da metil metakrilat polimerinin yanısıra, mineral dolgu maddeleri ve pigmentleri de içinde bulundurabilir.

Likiti ise metil metakrilat monomeri içeren bir amin katalizördür.

Uygulanması:

Likit toza hızlı bir şekilde karıştırılıp hemen kullanılmalı, artan materyal sertleştikten sonra uzaklaştırılmalıdır, bu işlemin materyal lastik kıvamında iken yapılması marjinal yetmezliklere yol açabilmektedir.

Özellikleri:

Bu materyaller diğer tip simanlardan daha güçlü ve daha az çözünür olmalarına karşın sertlikleri daha düşüktür ve viskoelastik özellikler gösterirler. Ayrıca nemli ortamda diş yapılarına etkili bir şekilde bağlanmaları mümkün değildir.

Biyolojik etkileri:

Akrilik rezin dolgu materyallerinde olduğu gibi belirgin bir pulpa reaksiyonu gelişebileceğinden pulpa koruması gereklidir.

Avantaj ve dezavantajları:

Bu materyallerin avantajları; kuvvet ve dayanıklılıklarının yüksek, çözünürlüklerinin düşük olmasıdır.

Dezavantajları ise; çalışma sürelerinin kısa olması, pulpa üzerinde zararlı etkilerinin olması ve taşan simanın temizlenmesinin güç olmasıdır.

#### 1.4.4.2. Modifiye akrilik rezin simanlar

Adeziv akrilik materyaller, adezyonu arttırmak amacıyla metil metakrilat monomere 4-metiloksi etil trimeletik anhidrid ilave edilmesi sonucunda oluşturulmuşlardır. Bu materyaller özellikle metal bazlı köprüler ile metal krunların yapıştırılması ile amalgam ve kompozitlerin dentine bağlanmasını sağlamak için geliştirilmiştir.

#### 1.4.4.3. Dimetakrilat simanlar

Son geliştirilen materyalleri daha çok Bis-GMA sistem esaslıdır ve diğer monomerler ile aromatik dimetakrilatın kombinasyonundan meydana gelirler. Bu tür simanlar temelde kompozit restoratif materyallere benzerler.

Uygulama alanları:

Kuron, köprü, veneer ve inleylerin yapıştırılmasında kullanılan dimetakrilat simanlar sertleşmelerine göre 3 gruba ayrılır;

1. Kimyasal olarak,
2. Görünür ışık kaynağı ile,
3. Kimyasal ve ışıkla sertleşenler (dual sertleşenler).

Bu simanlar toz ve likitten oluşabildiği gibi iki ayrı macun formunda da bulunabilirler. Tozu organik peroksit içeren silika cam ve borosilikattır, likiti ise aromatik dimetakrilat benzeri veya Bis-GMA'nın karışımıdır.

İki macundan oluşan tiplerinde toz ve likit içeriklerin yanısıra monomer ve dolgu maddeleri bulunmaktadır. Işıkla sertleşen ve iki yolla da sertleşen materyallerde ayrıca diketon gibi ışığa hassas polimerizasyon sistemleri ilave edilmiştir.

Uygulanması:

Toz-likit karışımlarda doğru oranlama önemlidir. Macun halindeki materyaller genellikle 1:1 oranında ve uniform hal alana kadar hızlı karıştırılarak karılırlar. Çalışma zamanı 4 dakika, sertleşme süresi ise 6-7 dakikadır.

Özellikleri:

Işıklı ve dual sertleşen materyaller için ışık uygulama süresi en fazla 60 saniyedir ve materyalin maksimum özelliklerine genellikle polimerizasyondan 10 dakika sonra ulaşılır; 24 saat süresince sadece küçük değişiklikler meydana gelir.

Polimerizasyon sistemleri farklı olması ve dolgu maddelerinin oranı %20-40 arasında değişmesi nedeniyle fiziksel özelliklerinin de farklılıklar gösterdiği bildirilmektedir (96).

Biyolojik etkileri:

Bu materyallerin kokusunun bazı hastaları rahatsız edebildiği bildirilmektedir (96). Hekim ve yardımcı personelde allerji vakaları oluşabileceğinden materyalin cilt ile direkt temasından kaçınılmalıdır.

Bütün sistemler, diş hassasiyetine ve klinik başarısızlıklara yol açabilen mikrosızıntı yapabilir.

Avantaj ve dezavantajları:

Avantajları; materyalin direncinin yüksek, ağız içinde çözünürlüklerinin düşük olması, prepare mineye ve seramik yüzeylere oldukça iyi düzeyde mikromekanik bağlanmasıdır.

Başlıca dezavantajları ise; sızıntı yapabilmeleri, pulpa hassasiyetine yol açmaları, artık simanı elimine etmenin güç olması, ve film kalınlığının klasik simanlardan fazla olmasıdır.

Söz edilen kaide materyallerinin tüm fiziksel ve kimyasal özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiş olmasına karşın, bu materyallerin radyodensiteleri konusunda yapılan araştırma sayısı çok sınırlıdır (84). Bu çalışmalarda maddenin moleküler yapısı kadar olmamakla birlikte materyalin kalınlığının da radyodensitesinde

etkili olduđu gösterilmiřtir. Bu durum özellikle dűřűk radyopasiteli ve ince bir tabaka halinde uygulanan kaide maddesinin űzerine yűksek radyopasiteli ve kalın bir restorasyonun yerleřtiđi durumlarda űnemli olmaktadır (1,101,112,127).

Yapılan literatűr arařtırmasında, kaide materyallerinin radyodensitelerini inceleyen deneysel çalıřmalar olmakla birlikte, bir diř modeli űzerinde bu űzelliđin sekonder űrűk tanısındaki etkilerini inceleyen çalıřmaya rastlanmamıřtır. Bu çalıřmada amacımız; oluřturulacak bir diř modelinde farklı radyodensiteye sahip kaide materyallerinin farklı kalınlıkta uygulanmasının sekonder űrűk tanısındaki etkisini, konvansiyonel radyografi ve direkt dijital radyografi yűntemleri ile karřılařtırmalı olarak incelemek, aynı zamanda her iki yűntemin etkinliđini deđerlendirmektir. Ayrıca direkt dijital radyografide uygulanan gűrűntű iyileřtirme fonksiyonlarının hekimlerin diagnostik performansı űzerindeki etkileri arařtırılarak teknolojik geliřmelerin dođru tanı űzerindeki yararlılıkları belirlenmeye çalıřılacaktır.



## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızın ilk bölümü kullanacağımız kaide materyallerinin radyodensitelerini belirlemeye yönelik olarak planlandı.

### 2.1. Kaide Materyalleri:

Dışhekimliği kliniklerinde sıklıkla kullanılan ve piyasada bulunabilen beş çeşit kaide materyali çalışmaya dahil edildi (Resim 1).

Bu materyallerin piyasa isimleri, cinsleri ve üretici firma isimleri Tablo 2’de görülmektedir.

Materyal adı	Firma	Ülke	Cinsi
Algenol	Cavex	Holland	Çinko oksit öjenol
Durelon	Espe	Germany	Karboksilat siman
Dycal	Dentsply Caulk	USA	Kalsiyum hidroksit
Ketac-cem	Espe	Germany	Cam iyonomer siman
Aqua ionobond	Voco	Germany	Cam iyonomer siman

Tablo 2. Çalışmada kullanılan kaide materyalleri.

### 2.2. *Örneklerin Hazırlanması:*

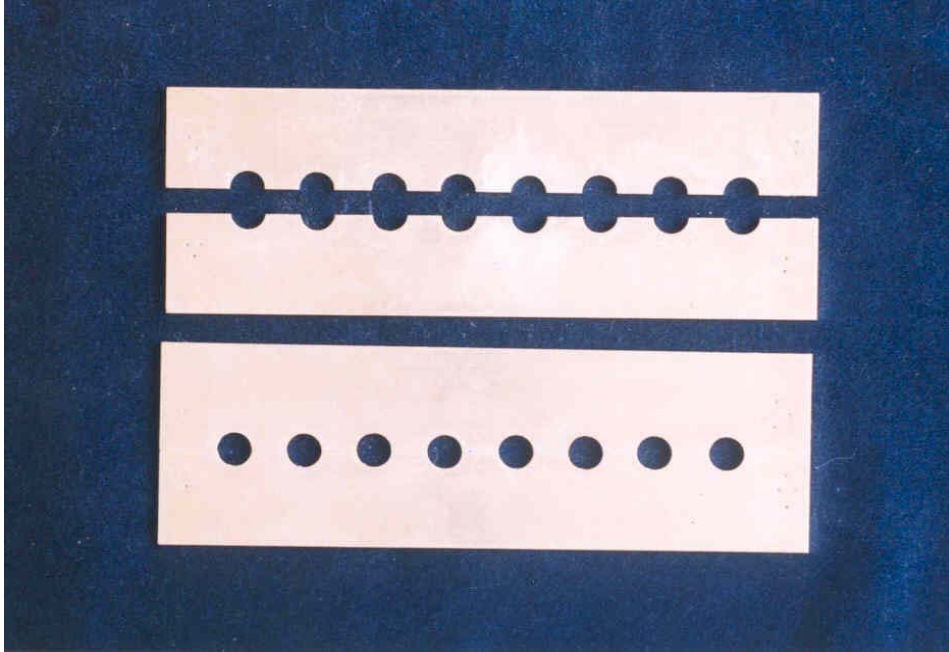
Radyodensiteleri ölçülecek materyallerden standart boyutlarda (1 mm derinlik, 10 mm çap) örnekler elde edebilmek üzere Ege Üniversitesi Maden

Mühendisliği Fakültesinde 18.5x6 cm boyutlarında alüminyum kalıplar



hazırlandı (Resim 2).

Resim 1. Çalışmada kullanılan kaide materyalleri



Resim 2. Kaide materyallerinin standart ölçülerde hazırlanabilmesi amacıyla kullanılan alüminyum kalıplar.

Bu kalıplar bir siman camı üzerine yerleştirilerek içleri üretici firmaların önerileri doğrultusunda karıştırılan kaide materyalleri ile dolduruldu. Fazla materyalin taşmasını sağlamak amacıyla kalıpların üzeri eşit boyutta bir siman camı ile kapatıldı. Her bir kaide materyalinden 1 mm kalınlığında ve 10 mm çapında diskler olmak üzere üçer örnek hazırlandı ve toplam 15 örnek elde edildi.

### 2.3. Işınlama ve Banyo İşlemleri:

Kaide materyallerinin radyopasitelerini ölçmek ve ışınlama ile banyo işlemleri sırasında oluşacak farklılıkları ortadan kaldırmak üzere örnekler %99 saf alüminyumdan yapılmış olan 1 mm kalınlığında 8 basamaklı step-wedge ile birlikte ışınlandı.

Hazırlanan örnekler ve alüminyum step-wedge 57x76 mm boyutlarında D-hızında (Ultra-speed) okluzal film (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA) üzerine yerleştirildi. Saçılma radyasyonunu önlemek amacıyla filmin çevresi 2 mm kalınlığında kurşun plak ile örtüldü (Resim 3).

Hazırlanan film 70 kVp, 7 mA, ve 2.5 mm alüminyuma eşdeğer total filtrasyon özellikleri olan TROPHY (Vincennes, France) marka röntgen cihazı ile, 40 cm film-ışın kaynağı mesafesinden 0.5 sn süreyle ışınlandı. Base+fog densiteyi

saptamak amacıyla aynı seriye ait ışınlanmamış bir okluzal film, örneklerin bulunduğu film ile birlikte banyo edildi (Resim 4).

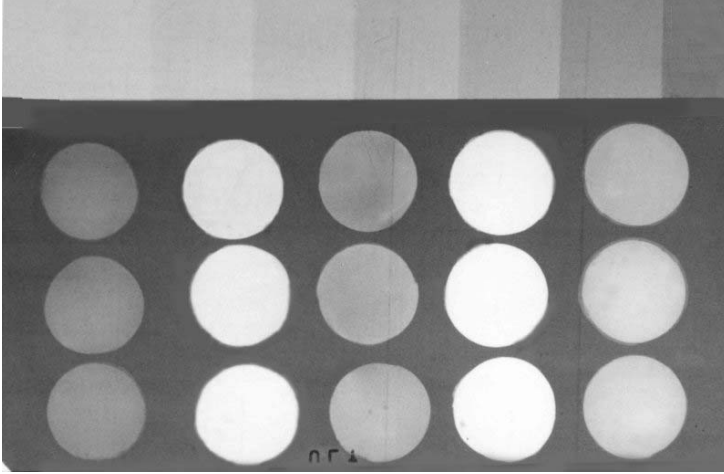
Filmlerin banyosu 28°C'de taze solüsyon (Hacettepe, Ankara) kullanılarak DÜRR XR 24 (DÜRR Dental, Bietigheim, Germany) otomatik film banyosu ile 4 dakika 3 saniye sürede yapıldı.

#### 2.4. Örneklerin Radyodensitelerinin Ölçülmesi:

Filmlerdeki örnekler ve alüminyum step-wedge'in her basamağına ait yoğunluk değerleri optik densitometrede (Macbeth Transmission Densitometer TD-932, Newsburgh, NY, USA) 0.1 mm açıklık kullanılarak beş farklı noktadan ölçüldü ve ortalamaları alındı. Işınlanmamış filmin base+fog densite değeri, materyalin ölçülen densite değerinden çıkarılarak her materyale ait radyografik densite değerleri ODU (Optik Densite Unit) olarak elde edildi (Resim 5).



Resim 3. Okluzal film üzerine yerleştirilmiş kaide materyallerine ait örnekler.



Resim 4. Kaide materyallerinden hazırlanan disklere ait radyografik görüntü.



Resim 5. Optik densitometre

Çalışmamızın ikinci bölümü ise çekilmiş dişlere kavite hazırlanması ve hazırlanan kavitelere farklı kalınlık ve radyodensitedeki kaide materyallerinin yerleştirilmesiyle elde edilen modellerden farklı yöntemler ile görüntü elde edilmesini ve bu görüntülerin gözlemciler tarafından değerlendirilmesini içermektedir.

#### 2.5. Kaviteilerin Hazırlanması:

Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'na başvuran hastalardan, periodontal ve ortodontik nedenle çekilen sağlam

premolar ve molar dişlerden 30 adet toplandı. Çalışmanın bu aşaması gerçekleştirilinceye kadar tüm dişler %2'lik benzalkonyum klorür solüsyonu içinde muhafaza edildi. 30 sağlam dişin rastgele seçilen 20 tanesi çalışma grubu, 10 tanesi ise kontrol grubu olarak ayrıldı ve tüm dişlere inley türü MOD kaviteler açıldı. Kavitelerin hazırlanması aşamasında rond, fissür ve tersine konik frezler, sık sık değiştirilerek kullanıldı. Standart boyutta kaviteler hazırlayabilmek için kumpas ile okluzal yüzde lingual ve bukkaldeki tüberkül tepelerinden 3'er mm mesafeye, aproksimal yüzeyde ise mine-sement sınırından 1.5 mm yukarıya işaretlemeler yapıldı. Bu işaretlemelere göre preparasyonuna başlanan kaviteler derinliği 3-4 mm, ve gingival basamağın genişliği 2 mm olacak şekilde hazırlandı. Çalışma grubu için ayrılan 20 dişe yapay sekonder çürük oluşturulurken, kontrol grubundaki 10 dişe ise herhangi bir işlem yapılmadı.

Çalışma grubundaki 20 dişin 10 tanesine 0.5 mm çapında, diğer yarısına ise 1 mm çapında rond frez kullanılarak 2 farklı boyutta sekonder çürük lezyonu oluşturuldu. Lezyonlar, alışma grubundaki dişlerin mezyal aproksimal yüzeylerinde gingival basamağın lingual köşesinde ve distal aproksimal yüzeylerinde ise gingival basamağın bukkal köşesinde olacak şekilde hazırlandı. Böylece, 20 dişe toplam 40 tane sekonder çürük lezyonu hazırlanmış oldu. Her dişin mezyal ve distalindeki yapay sekonder çürük lezyonları aynı boyutlarda hazırlandı. Yerleştirilecek kaide materyallerinin defektlerin içine girmesini engellemek üzere oluşturulan sekonder çürük lezyonları radyopak olmayan pembe mum ile dolduruldu.

## 2.6. Kaide Materyallerinin Yerleştirilmesi:

Kaide materyallerinin kalınlıklarının ölçülmesi için kumpas ile kavitelelerin her duvarına önceden işaretle konuldu. Kaide materyalleri üretici firmaların önerileri doğrultusunda hazırlandı.

Çalışmada kullanılan beş farklı kaide materyalinden her biri kontrol grubundaki 10 dişin yarısına 1 mm, diğer yarısına ise 1.5 mm kalınlıkta olacak şekilde yerleştirildi. Aynı işlem çalışma grubundaki 0.5 mm çapında sekonder çürük lezyonu olan 10 dişe ve 1 mm çapında sekonder çürük lezyonu olan 10 dişe de uygulandı. Böylece Tablo 3'de görüldüğü üzere her kaide materyalinin 2 farklı boyutta yapay sekonder çürük lezyonuna sahip olan dişlere 2 farklı kalınlıkta yerleştirildiği modeller hazırlanmış oldu (Tablo 3).



Blok no	Diş no	Kaide materyali	Kaide materyali kalınlığı	Lezyon boyutu	Lezyon lokalizasyonu	
1	1	Algenol	1 mm	1 mm	Mezyal	Distal
1	2	Dycal	1.5 mm	1 mm	Mezyal	Distal
1	3	Durelon	1 mm	–	–	–
2	4	Algenol	1 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
2	5	Durelon	1.5 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
2	6	Dycal	1 mm	–	–	–
3	7	Algenol	1.5 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
3	8	Dycal	1 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
3	9	Ketac-cem	1.5 mm	–	–	–
4	10	Algenol	1.5 mm	1 mm	Mezyal	Distal
4	11	Durelon	1.5 mm	–	–	–
4	12	Aqua-ionobond	1 mm	1 mm	Mezyal	Distal
5	13	Dycal	1.5 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
5	14	Durelon	1 mm	1 mm	Mezyal	Distal
5	15	Ketac-cem	1 mm	–	–	–
6	16	Aqua-ionobond	1.5 mm	–	–	–
6	17	Ketac-cem	1 mm	1 mm	Mezyal	Distal
6	18	Durelon	1 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
7	19	Ketac-cem	1 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
7	20	Aqua-ionobond	1 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
7	21	Algenol	1.5 mm	–	–	–
8	22	Ketac-cem	1.5 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
8	23	Aqua-ionobond	1.5 mm	1 mm	Mezyal	Distal
8	24	Dycal	1.5 mm	–	–	–
9	25	Ketac-cem	1.5 mm	1 mm	Mezyal	Distal
9	26	Aqua-ionobond	1.5 mm	0.5 mm	Mezyal	Distal
9	27	Algenol	1 mm	–	–	–
10	28	Dycal	1 mm	1 mm	Mezyal	Distal
10	29	Durelon	1.5 mm	1 mm	Mezyal	Distal
10	30	Aqua-ionobond	1 mm	–	–	–

Tablo 3. Hazırlanan modellerdeki her dişe ait bilgiler.

Kaide materyalleri sertleştikten sonra, tüm dişler daimi dolgu maddesi olarak amalgam (Cavex Avalloy, Holland) kullanılarak restore edildi. Amalgam dolguların hazırlanmasında Dentomat Type 600 (Degussa, Germany) amalgamatör kullanıldı.

Amalgam dolguların yapımı sırasında dişlerin kontakt noktalarının düzgün olması amacı ile yengeç matriks ve kama kullanıldı.

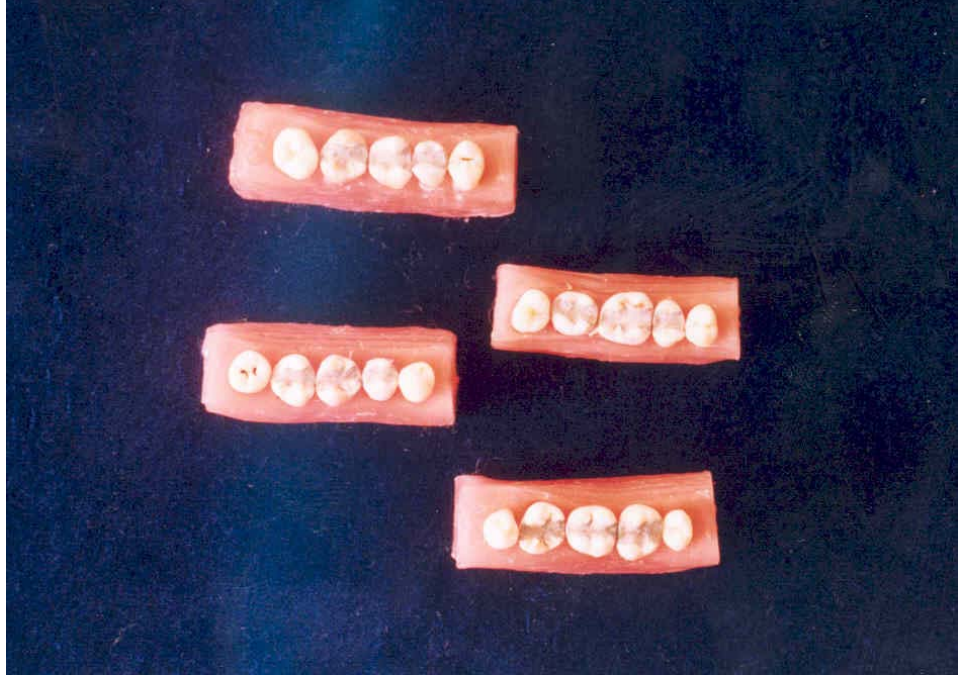
Çalışma ve kontrol grubundaki dişler dolguları tamamlandıktan sonra mum bloklara yerleştirildi. Rastgele seçilen, farklı büyüklükte lezyon boyutu ve lokalizasyonu ile, farklı kalınlık ve radyodensiteye sahip kaide maddesi olan dişler aproksimal yüzeyleri temas edecek şekilde üçlü gruplar halinde bloklandı. 30 diş için 10 mum blok hazırlandı. Her blokta çalışma grubuna ait 2 diş, kontrol grubuna ait 1 dişin yanısıra bu dişlere kontakt sağlamak için her iki uç kısma yerleştirilmiş 2 adet sağlam diş yer aldı (Resim 6).

Dişlerin rastgele yerleştirildiği bloklar ve dişler numaralandırıldı ve her bir blokta hangi dişlerin hangi sırada bulunduğu kaydedildi. Her bir dişin aproksimal yüzeyleri ise o dişe ait numaranın mezalyal ve distal olarak belirlendi.

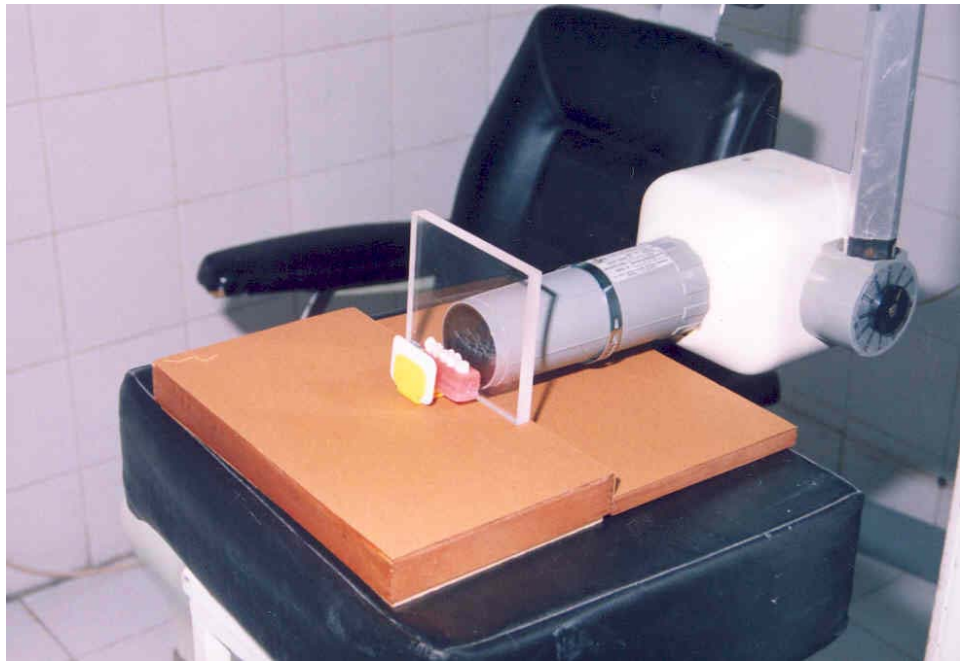
Hazırlanan bloklar görüntüleme işlemine kadar geçen sürede ağız ortamını taklit etmek üzere 37°C'ye ayarlı etüvde bekletildi.

## 2.7. Görüntülerin Elde Edilmesi:

Hazırlanan bloklardan konvansiyonel radyografi ve direkt dijital radyografi yöntemi ile elde edilecek görüntülerde standart açılandırmayı sağlamak amacıyla Resim 7'de görülen düzenek hazırlandı.



Resim 6. Hazırlanan mum bloklar.



Resim 7. Radyografik görüntülerin standart şartlarda elde edilebilmesi için hazırlanan düzenek.

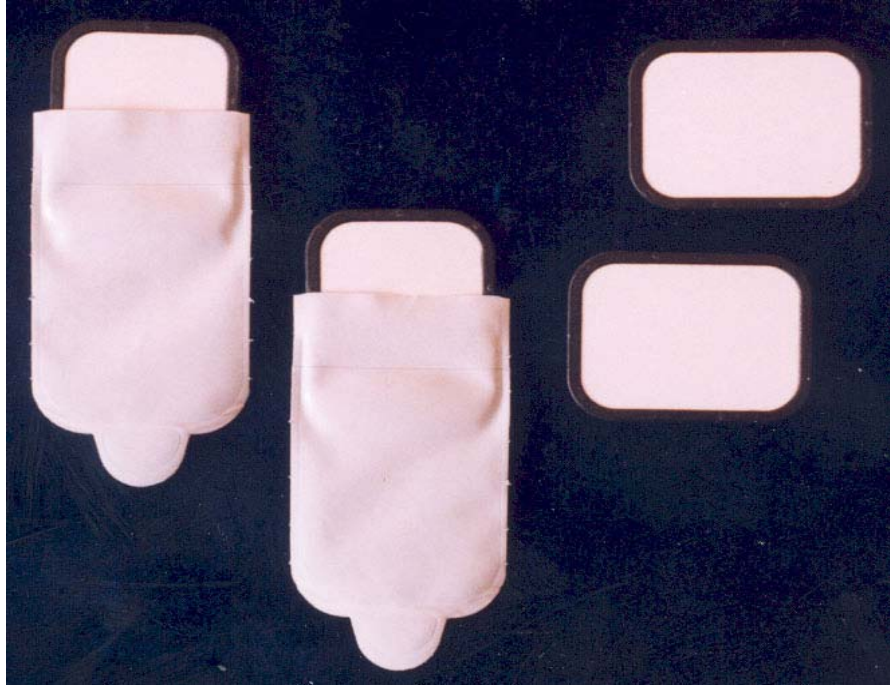
Konvansiyonel ve direkt dijital radyografi yöntemi ile görüntülerin elde edilmesinde paralel teknik kullanıldı.

Işınlama süresince hastanın yumuşak dokularının yansıtma özelliğine benzer bir etki oluşturmak amacıyla yumuşak doku eşdeğeri olarak 1 cm kalınlığında pleksiglas blok kullanıldı. Yumuşak doku eşdeğeri olarak kullanılan pleksiglas blok kon ile dişler arasına yerleştirildi.

Konvansiyonel görüntüler için Kodak Ultra-Speed (D-hızında) (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA) 2 numara periapikal film, direkt dijital görüntülerin elde edilmesinde ise Anabilim Dalı'mızda bulunan direkt dijital radyografi cihazı DİGORA' ya ait fosfor plakalar (Soredex, Orion Corporation, Finland) kullanıldı (Resim 8 ve 9).



Resim 8. Çalışmada kullanılan DDR cihazı DiGORA.



Resim 9. Digora'ya ait fosfor plakalar.

Fosfor plakalar ışınlama öncesinde gün ışığından etkilenmelerini önlemek amacıyla üretici firma tarafından hazırlanmış olan özel koruyucu zarflara yerleştirildi.

Radyografik olarak kabul edilebilir densitedeki görüntülerin değerlendirme kapsamına alınmasını sağlamak üzere, %99 saf alüminyumdan hazırlanan ve her basamağı 2 mm kalınlıkta olan 5 basamaklı step-wedge periapikal filmlere yerleştirildi.

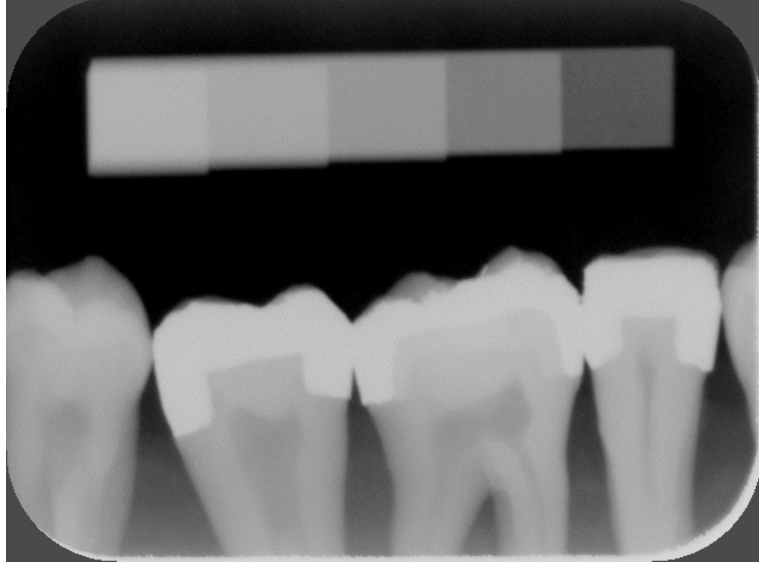
Periapikal film ve fosfor plakaların ışınlanması için 70 kVp, 7 mA'de, 2.5 mm alüminyuma eşdeğer total filtrasyon özelliklerine sahip Trophy (Vincennes, France) marka röntgen cihazı kullanıldı. Tüm ışınlamalarda fokus-film arası mesafe ise 40 cm olarak alındı. D-hızında (Ultra-speed) periapikal filmlerin ışınlanması 0.40 sn süre ile, fosfor plakaların ışınlanması ise 0.16 sn süre ile yapıldı.

Hazırlanmış olan 10 bloğun her birinden hem konvansiyonel radyografi ile hem de dijital radyografi ile ışınlamalar yapıldı.

Konvansiyonel radyografilerin banyo işlemleri 28°C sıcaklıktaki taze solüsyonlar (Hacettepe, Ankara) ile DÜRR XR 24 (DÜRR Dental, Bietigheim, Germany) otomatik film banyosu kullanılarak 4 dakika 3 saniye sürede yapıldı.

Işınlanmış fosfor plakalar ise üzerindeki koruyucu zarf çıkarılarak Digora cihazında tarandı, ve oluşan radyografik görüntüler üretici firmanın özel yazılımı (Windows™ for Digora®, Orion Corporation Soredex, Helsinki, Finland)

kullanılarak bilgisayarda (Pentium II MMX Intel Inside) 8 bit rezolüsyonda ve TIFF formatı kullanılarak kaydedildi (Resim 10).



Resim 10. Modellerden elde edilen DDR görüntüleri.

Sonuç olarak 10 bloktan iki farklı radyografi sistemi ile 10'ar adet görüntü olmak üzere toplam 20 görüntü elde edildi. Görüntülerin birbirine karışmasını önlemek için iki farklı yöntem kullanılarak elde edilmiş olan görüntülerin her biri ayrı ayrı numaralandırıldı.

#### 2.8. Görüntülerin Değerlendirilmesi:

Görüntüler Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı'nda görev yapan 7 uzman hekim ile Ağız ve Diş Hastalıkları Anabilim Dalı'nda görev yapan 2 uzman hekim olmak üzere toplam 9 gözlemci tarafından değerlendirildi.

Konvansiyonel radyografiler karanlık odada 2 büyütme negatoskop (Dentsply, Model 67-0442 Rinn Corporation, USA) kullanılarak incelendi. Negatoskobun üzeri çevreden gelen ışığın gözü yanıltma olasılığını ortadan kaldırmak amacıyla bir periapikal film boyutu kadar boşluk bırakılarak siyah karton ile kaplandı (Resim 11).

Dijital görüntüler ise yine karanlık odada 15" ( $\cong$  32 cm) monitörde (Lite-on Technology Corp, Taiwan) değerlendirildi.

Çalışmanın son aşamasında ise gözlemcilerden direkt dijital radyografi görüntüleri üzerinde parlaklık ve kontrastı kendi istekleri doğrultusunda değiştirerek gözlerine en iyi gelen görüntüyü elde etmeleri ve buna göre değerlendirme yapmaları istendi. Bu görüntüler geliştirilmiş direkt dijital radyografi (GDDR) olarak tanımlandı.

Üç yönteme göre ve her yöntemin ikişer kez değerlendirildiği seanslar arasında birer haftalık süre olmasına dikkat edildi.

Gözlemcilere her seansta numaralandırılmış görüntüler rastgele gösterildi, ve her bloğun ortasında yer alan 3 dişin mezyal ve distal aproksimal yüzeylerini çürük varlığına yada yokluğuna ilişkin olarak aşağıda belirtilen 5 noktalı güven skalasına göre değerlendirmeleri istendi.

1= Kesinlikle çürük yok

2= Muhtemelen çürük yok

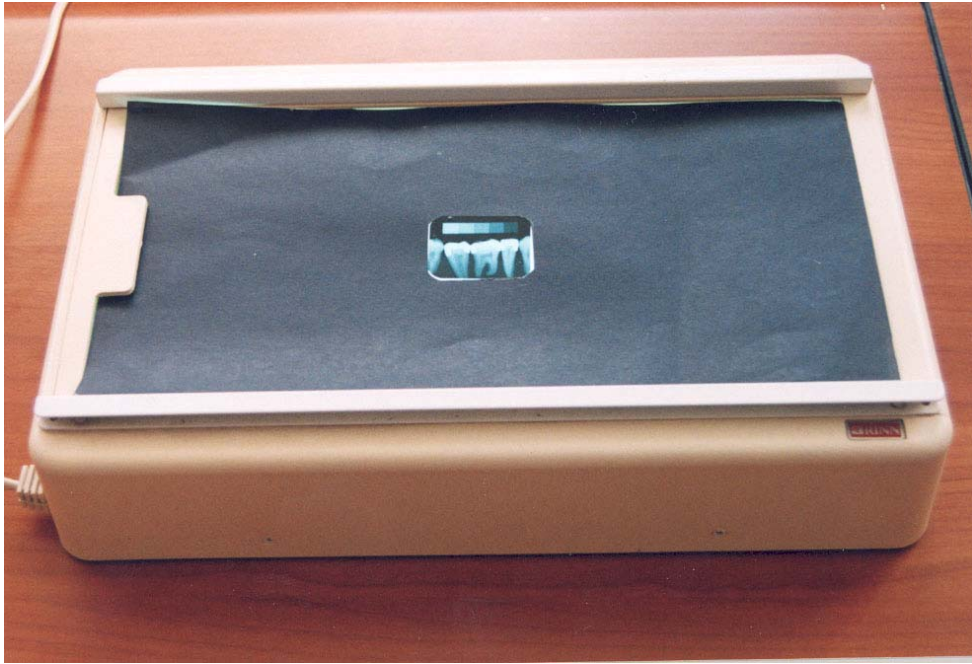
3= Emin değil

4= Muhtemelen çürük var



5= Kesinlikle çürük var

Gözlemciler yukarıdaki skalayı esas alarak yaptıkları değerlendirmelerini hazırlanan formlar üzerine işaretlediler (Form 1). Değerlendirmeler sırasında gözlemcilere zaman kısıtlaması yapılmadı.



Resim 11. Konvansiyonel radyografilerin negatoskop ile değerlendirilmesi.

TARİH:  
GÖZLEMÇİ:  
YÖNTEM:

1.BLOK:

--	--	--	--	--	--

SKALA:

1. Kesinlikle çürük yok

M D M D M D

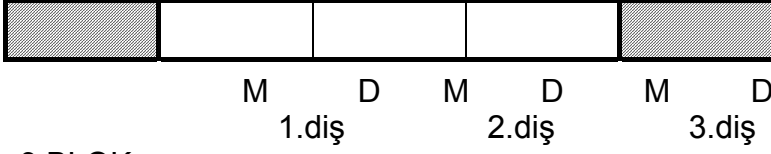
2. Muhtemelen çürük yok.

1.diş 2.diş 3.diş

3. Emin değil

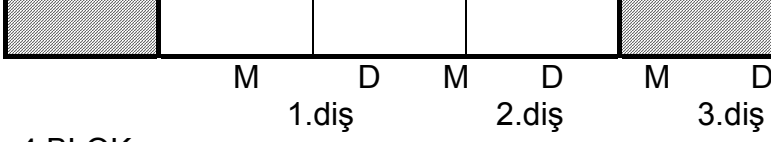
2.BLOK:

4. Muhtemelen çürük var

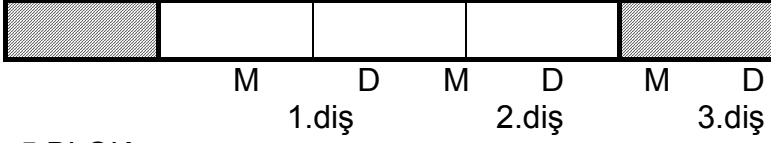


5. Kesinlikle çürük var

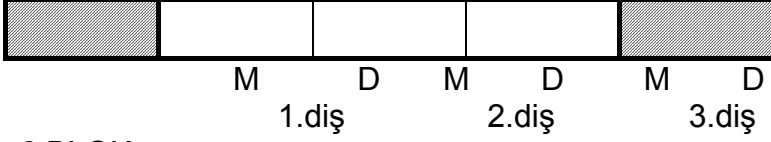
3.BLOK:



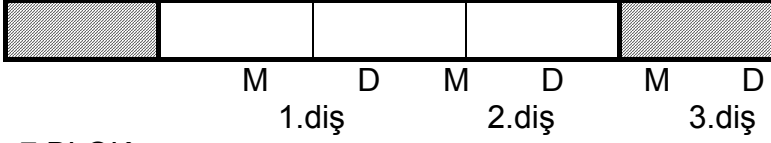
4.BLOK:



5.BLOK:



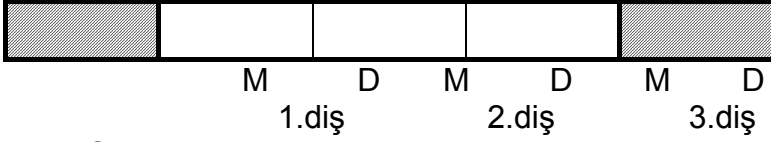
6.BLOK:



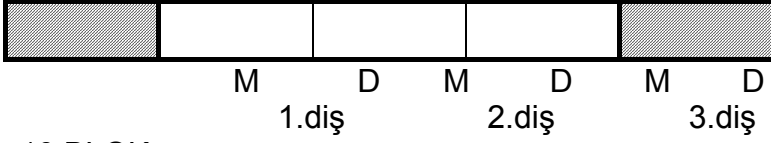
7.BLOK:



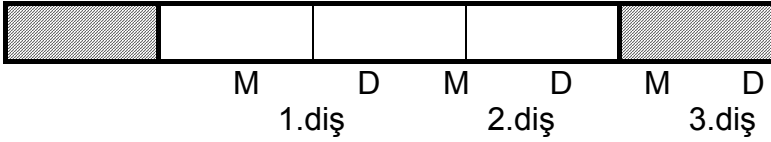
8.BLOK:



9.BLOK:



10.BLOK:



Form 1. Gözlemcilerin değerlendirmelerini işaretledikleri form.  
2.9. İstatiksel değerlendirme:

3 farklı yöntem ve her yöntemin ikişer defa değerlendirilmesi ile elde edilen veriler Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde istatiksel olarak analiz edildi.

Gözlemcilerin değerlendirme sırasında kullandıkları skala istatiksel analizlerin yapımı için 2 farklı şekilde modifiye edildi ve skorlar 5'ten 2'ye indirildi. Sensitivite ve spesifite analizlerinde ise 3. madde değerlendirmeye alınmadı ve 1. ve 2. madde "çürük yok" (1), 4. ve 5. madde ise "çürük var" (5) olarak değerlendirmeye alındı (ya da 2. madde 1'e, 4. madde ise 5'e dahil edildi / çürük var ya da yok) ve gerçek durum ile uyumlarına bakıldı. Lojistik regresyon analizinde ise skala 1 ve 2'yi doğru bilenler ile 4 ve 5'i doğru bilenler "biliyor" olarak, yanlış bilenler ise "bilmiyor" olarak modifiye edildi.

Görüntüleme yöntemlerinin herbirinin sensitivite ve spesifite değerleri hesaplandı.

Doğru pozitif (True Positive - TP): Gerçekte de hastalıklı olguların doğru bir şekilde hastalıklı olarak adlandırılmasıdır.

Hatalı pozitif (False Positive - FP): Gerçekte hastalıksız olguların yanlış bir şekilde hastalıklı olarak adlandırılmasıdır.

Doğru negatif (True Negative - TN): Gerçekte de hastalıksız olan olguların doğru bir şekilde hastalıksız olarak adlandırılmasıdır.

Hatalı negatif (False Negative - FN): Gerçekte hastalıklı olguların yanlış bir şekilde hastalıksız olarak adlandırılmasıdır.

Sensitivite: Bir diagnostik sistemin sensitivitesi, pozitif test sonucu verecek bir hastalıklı örneğin olabilirlik şansına eşittir. Diğer bir deyişle, çürük olduğu düşünülen örneğin gerçekten çürük olma olasılığıdır. Sensitivite sistemin gerçek pozitif oranıdır.

$$\text{Sensitivite} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

Spesifite: Bir diagnostik sistemin spesifitesi, negatif test sonucu verecek bir hastalıksız örneğin olabilirlik şansına eşittir. Diğer bir deyişle, çürük olmadığı düşünülen örneğin gerçekten sağlam olma olasılığıdır. Spesifite sistemin gerçek negatif oranıdır (19,32).

$$\text{Spesifite} = \frac{\text{TN}}{\text{FP} + \text{TN}}$$

Görüntüleme yönteminin, kaide materyalinin radyodensitesinin, kalınlığının, lezyon lokalizasyonunun, gözlemcilerin ve 2 farklı değerlendirme seansının yapay sekonder çürükleri doğru tanılamadaki etkileri ki-kare testi ile değerlendirildi.

Tüm değişkenlerin yani materyal, lezyon boyutu, materyal kalınlığı, kişi, ve zaman faktörlerinin doğru tanı üzerindeki etkilerini (önem sırası ve etkisinin yönünü) belirlemek amacıyla Lojistik Regresyon analizi (Forward Stepwise-Likelihood Ratio) uygulandı.

Tüm istatiksel hipotez kontrolleri önem seviyesi  $p=0.05$  olarak belirlendi.

### 3. BULGULAR

Kaide materyallerinin radyodensiteleri ve kalınlıklarının sekonder çürük tanısı üzerindeki etkilerini üç farklı görüntüleme yöntemine göre belirlemeyi amaçladığımız çalışmamızda, kullanılan kaide materyalleri ve alüminyum step-wedge'e ait optik densite değerleri (ODU) tablo 4 ve 5'de görülmektedir.

<i>Step-wedge basamakları</i>	<i>ODU değerleri</i>
<i>1.basamak (1 mm)</i>	<i>0,44</i>
<i>2.basamak (2 mm)</i>	<i>0,334</i>
<i>3.basamak (3 mm)</i>	<i>0,264</i>
<i>4.basamak (4 mm)</i>	<i>0,214</i>
<i>5.basamak (5 mm)</i>	<i>0,174</i>
<i>6.basamak (6 mm)</i>	<i>0,148</i>
<i>7.basamak (7 mm)</i>	<i>0,12</i>
<i>8.basamak (8 mm)</i>	<i>0,102</i>

*Tablo 4. Alüminyum step-wedge'e ait optik densite değerleri.*

<i>Kaide materyali</i>	<i>ODU değerleri</i>
<i>Algenol</i>	<i>0,05</i>
<i>Dycal</i>	<i>0,277</i>
<i>Ketac-cem</i>	<i>0,342</i>
<i>Aqua-ionobond</i>	<i>0,413</i>
<i>Durelon</i>	<i>0,086</i>

*Tablo 5. Kaide materyallerine ait optik densite değerleri.*

Kullanılan kaide materyalleri ile step-wedge'in optik densite değerleri karşılaştırıldığında Algenol ve Durelon'un densitelerinin step-wedge'in 8. basamağından daha küçük değere sahip oldukları (yani 8. basamaktan daha radyopak oldukları), Dycal'ın step-wedge'in üçüncü, Ketac-cem'in ikinci ve

Aqua-ionobond'un ise birinci basamağına eşdeğer radyodensiteye sahip oldukları belirlendi. Kaide materyallerinin en radyopak olandan en radyolüsent olana göre sıralanışı Tablo 6'da izlenmektedir.

Kaide materyali	Karşılık geldiği step-wedge basamağı
Algenol	> 8.basamak
Durelon	>8.basamak
Dycal	3.basamak
Ketac-cem	2.basamak
Aqua-ionobond	1.basamak

Tablo 6. Kaide materyallerinin densitelerinin karşılık geldiği step-wedge basamakları.

#### Görüntüleme Yöntemleri ile Doğru Tanı Arasındaki İlişki

Hazırlanan modellerin her gözlemci tarafından konvansiyonel radyografi (KR), direkt dijital radyografi (DDR) ve geliştirilmiş direkt dijital radyografi (GD RR) yöntemleri ile değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin tümü, tanı doğruluğu açısından incelenmiş ve her yönteme göre saptanan yanlış/doğru tanı oranları hesaplanmış ve Tablo 7'de sunulmuştur.



	<i>Referansa göre sonuç doğruluğu</i>				Toplam	%
	Yanlış tanı	%	Doğru tanı	%		
KR	536	49.6	544	50.4	1080	100.0
DDR	485	44.9	595	55.1	1080	100.0
GDDR	521	48.2	559	51.8	1080	100.0
Toplam	1542	47.6	1698	52.4	3240	100.0

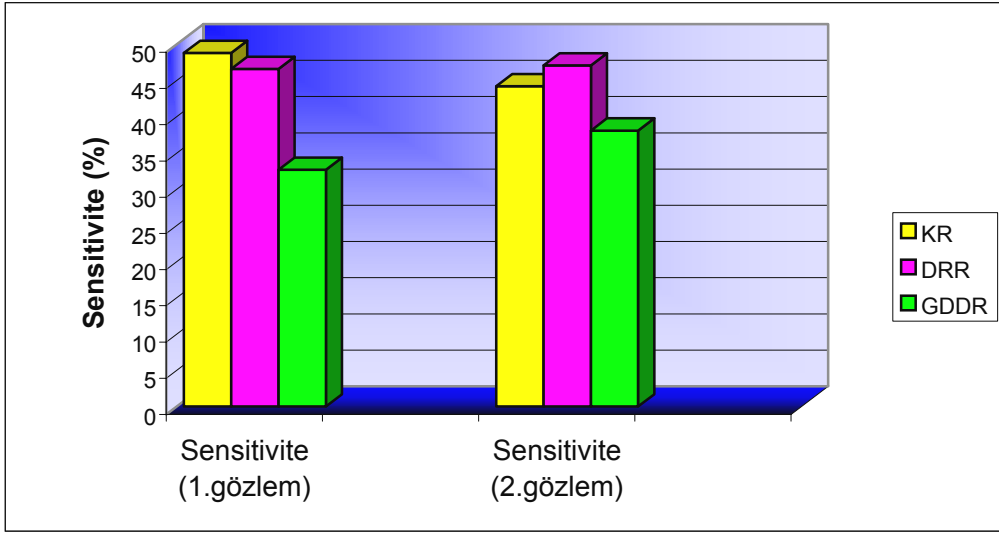
Tablo 7. Farklı radyografik yöntemler ile konulan sekonder çürük tanılarının doğru/yanlış sayılarını ve yüzdelerini gösteren tablo.

Bu sonuçlara göre yapılan ki-kare testinde sekonder çürüğün saptanmasında 3 görüntüleme yöntemi arasında fark olmadığı belirlenmiştir ( $\chi^2=0.078$   $p>0.05$ ).

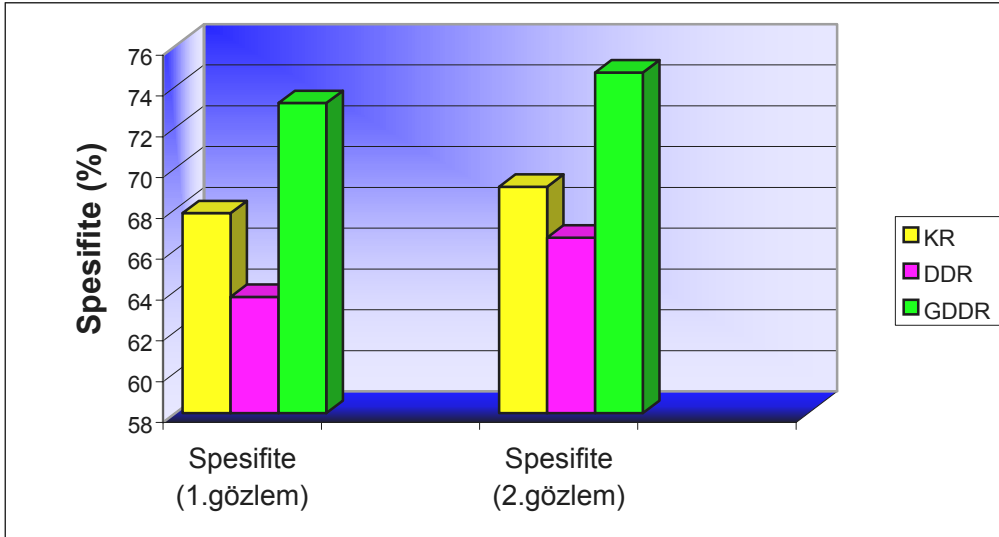
Gözlemcilerin tüm verileri göz önüne alınarak hesaplanan her yönetime ait sensitivite ve spesifite değerleri aşağıdaki Tablo 8'de sunulmuştur.

	Sensitivite (1.gözlem)	Spesifite (1.gözlem)	Sensitivite (2. gözlem)	Spesifite (2.gözlem)
Konvansiyonel radyografi	48,8	67,8	44,2	69,1
Direkt dijital radyografi	46,6	63,7	47,1	66,6
Geliştirilmiş direkt dijital radyografi	32,7	73,2	38,1	74,7

Tablo 8. Yöntemlere ait sensitivite ve spesifite değerleri (%).



Grafik 1. Görüntüleme yöntemlerine ait sensitivite değerlerini gösteren grafik.



Grafik 2. Görüntüleme yöntemlerine ait spesifite değerlerini gösteren grafik.

Kaide Materyalleri ile Görüntüleme Yöntemleri Arasındaki İlişkinin Doğru Tanı Üzerindeki Etkisi

Kaide materyallerinin radyodensiteleri ile kullanılan görüntüleme yönteminin sekonder çürük tanısındaki etkinlikleri, gözlemcilerin doğru tanıya ulaşmadaki başarı oranları olarak belirlenmiş ve aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 9).

	KR (%)	DDR (%)	GDDR (%)	$\chi^2$	p
<i>Algenol</i>	59.3	61.1	65.3	0.419	>0.05
Dycal	71.8	69.9	82.4	0.006	<0.05
Durelon	31.5	43.5	35.6	0.031	<0.05
Ketac-cem	54.2	55.1	45.4	0.083	>0.05
Aqua-ionobond	35.2	45.8	30.1	0.003	<0.05

Tablo 9. Kaide materyallerinin farklı görüntüleme yöntemlerine göre sekonder çürük tanısında başarı yüzdeleri.

Tablo 9'da görüldüğü gibi kaide materyali olarak Algenol kullanılan örnekler konvansiyonel yöntem ile incelendiğinde sekonder çürüklerin doğru olarak saptanma oranı %59.3, Digora ile %61.1, geliştirilmiş Digora ile ise %65.3 olarak bulunmuştur.

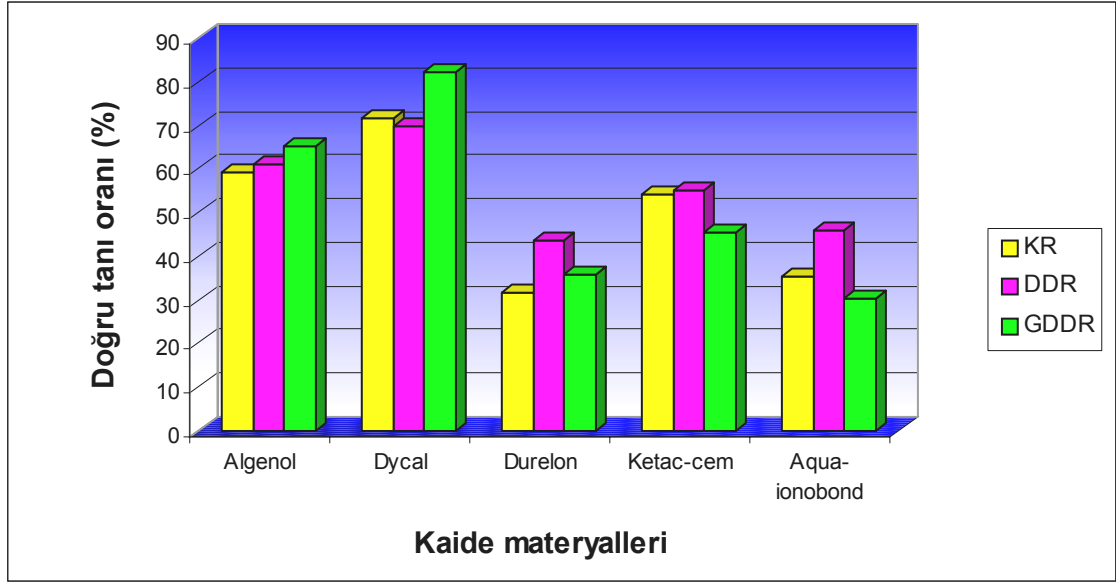
Dycal kullanılarak hazırlanan örneklerde sekonder çürükleri doğru tanılama oranı konvansiyonel yöntemle %71.8, Digora ile %69.9 ve geliştirilmiş Digora ile ise %82.4 olarak bulunmuştur.

Kaide materyali olarak Durelon ile hazırlanmış örneklerin değerlendirilmesinde gözlemcilerin sekonder çürükleri konvansiyonel yöntem ile %31.5, Digora ile %43.5, geliştirilmiş Digora ile %35.6 oranında doğru olarak saptayabildikleri belirlenmiştir.

Ketac-cem ile hazırlanan tüm örnekler incelendiğinde sekonder çürüğü doğru olarak saptama oranı konvansiyonel yöntem ile %54.2, Digora ile %55.1, ve geliştirilmiş Digora ile ise %45.4 bulunmuştur.

Kaide materyali olarak Aqua-ionobond kullanılan örnekler incelendiğinde araştırcıların, konvansiyonel yöntem ile sekonder çürükleri doğru tanılama oranı %35.2, Digora ile %45.8, ve geliştirilmiş Digora ile %30.1 olarak bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre yapılan ki-kare testinde kaide materyali olarak Algenol ( $\chi^2=0.419$   $p>0.05$ ), ve Ketac-cem ( $\chi^2=0.083$   $p>0.05$ ) kullanılan örneklerde doğru tanıya ulaşmada yöntemler arasında istatiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı, Dycal ( $\chi^2=0.006$   $p<0.05$ ), Durelon ( $\chi^2=0.031$   $p<0.05$ ), ve Aqua-ionobond ( $\chi^2=0.003$   $p<0.05$ ) ile hazırlanan örneklerde sekonder çürükleri doğru olarak saptamada görüntüleme yöntemlerinin etkili olduğu bulunmuştur.



Grafik 3. Kaide materyallerinin radyodensitelerinin sekonder çürük tanısında kullanılan radyografik yöntemlere göre başarı oranları.

#### Kaide Materyali Kalınlığının Doğru Tanı Üzerindeki Etkisi

A) Kaide materyalinin farklı kalınlıklarda yerleştirilmesi ile hazırlanmış örneklerde gözlemcilerin doğru tanıya ulaşma oranlarının;

- 1 mm kalınlığındaki örneklerde %44.7,
- 1.5 mm kalınlığındaki örneklerde ise %60.1 olduğu,

dolayısıyla, kaide materyali kalınlığı ile sekonder çürüklerin doğru tanısı arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ( $\chi^2=0.000$   $p<0.05$ ).

B) Kaide materyalinin kalınlığı ile lezyon boyutlarının sekonder çürüklerin doğru tanısındaki etkileri aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 10).

	Materyal kalınlığı		$\chi^2$	P
	1 mm	1.5 mm		
Lezyon yok	%47.4	%55.4	0.009	<0.05
Lezyon 0.5mm	%42.6	%64.4	0.000	<0.05
Lezyon 1mm	%44.1	%60.6	0.000	<0.05

Tablo 10. Sekonder çürük lezyonu boyutu ile kaide materyali kalınlığının etkileşimini gösteren tablo.

Tablo 10'da da görüldüğü üzere, sekonder çürük lezyonu oluşturulmamış kontrol grubu dişlere; 1 mm kalınlıkta kaide materyali yerleştirildiğinde doğru tanı (çürük olmadığını belirleme) oranı %47.4 iken, 1.5 mm kalınlıkta kaide materyali yerleştirilen dişlerde bu oran %55.4'e yükselmektedir. Lezyon boyutunun 0.5 ve 1 mm olduğu olgularda da benzer bir ilişki gözlenmektedir ve yapılan istatistiksel analizler sonucunda lezyon boyutu ve materyal kalınlığı arasındaki ilişkinin, doğru tanıyı belirlemede önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

**Farklı Zamanlarda Yapılan Değerlendirmelerin Doğru Tanı Üzerindeki Etkisi**  
Hazırlanmış modellerin üç farklı görüntüleme yöntemi ile iki farklı zamanda değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi, zamanın sekonder çürüğü doğru tanılamada önemli bir etken olmadığını göstermiştir ( $\chi^2=0.944$   $p>0.05$ ).

**Gözlemci Farklılığının Doğru Tanı Üzerindeki Etkisi**  
Çalışmamıza katılan 9 gözlemcinin değerlendirmeleri sonucu elde edilen verilerin ki-kare testi ile analizleri, doğru tanıya ulaşmada kişiler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu ortaya koymuştur ( $\chi^2=0.007$   $p<0.05$ ).

**Lezyon Lokalizasyonunun Doğru Tanı Üzerindeki Etkisi**  
Farklı lokalizasyonlarda hazırlanan yapay sekonder çürük lezyonlarında doğru tanıya ulaşma oranı;

- bukkal aproksimalde hazırlanmış olanlarda %51.2,
- lingual aproksimal lezyonlarda ise %53.6 olarak bulunmuştur.

Bu sonuçlarla yapılan ki-kare testinde sekonder çürük lezyonunun saptanmasında, lokalizasyonun istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $\chi^2=0.181$   $p>0.05$ ).

## Lezyon Boyutu ile Görüntüleme Yöntemi Arasındaki İlişkinin Doğru Tanı Üzerine Etkisi

Çalışmamızda kullandığımız görüntüleme yöntemlerinin farklı boyuttaki sekonder çürük lezyonlarının tanılanmasındaki etkisini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel testlerde, gözlemcilerin lezyonun olmadığı kontrol grubu dışlarında:

- Konvansiyonel radyografi yöntemi ile %51.7,
- Digora ile %52.2, ve
- Geliştirilmiş Digora ile %50.3 oranında doğru tanıya ulaştıkları saptanmıştır.

Bu sonuçlara göre yapılan ki-kare testinde lezyon olmadığı durumlarda, doğru tanı açısından görüntüleme yöntemleri arasında fark olmadığı belirlenmiştir ( $\chi^2=0.865$   $p>0.05$ ).

Sekonder çürük lezyon boyutunun 0.5 mm olduğu durumlarda:

- Konvansiyonel radyografi yöntemi ile doğru tanı oranı %55.6,
- Digora için %54.7,
- Geliştirilmiş digora için ise %50.3 olarak bulunmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda yapılan ki-kare testinde lezyon boyutunun 0.5 mm olduğu durumlarda, sekonder çürüğün doğru tanılanmasında görüntüleme yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı saptanmıştır ( $\chi^2=0.312$   $p>0.05$ ).

Lezyon boyutunun 1 mm olduğu durumlarda doğru tanıya ulaşma oranı:

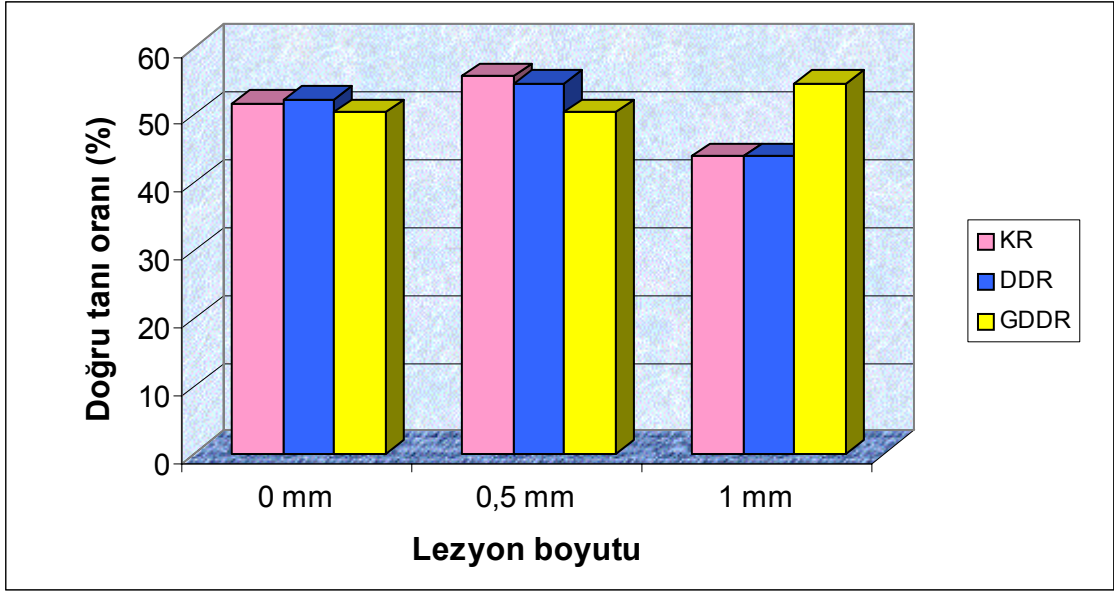
- Konvansiyonel yöntem için %43.9,
- Digora için %58.3, ve
- Geliştirilmiş Digora için %54.7 olarak bulunmuştur.

Bu verilere göre yapılan ki-kare testinde ise lezyon boyutu ile yöntemler arası ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. ( $\chi^2=0.000$   $p<0.05$ )

	KR (%)	DDR (%)	GDDR (%)	$\chi^2$	p
Lezyon yok	51.7	52.2	50.3	0.865	>0.05
Lezyon 0.5mm	55.6	54.7	50.3	0.312	>0.05
Lezyon 1mm	43.9	58.3	54.7	0.000	<0.05

Tablo 11. Lezyon boyutunun görüntüleme yöntemiyle etkileşimi





Grafik 4. Sekonder çürük tanısında lezyon boyutunun görüntüleme yöntemiyle etkileşimi.

#### LOJİSTİK REGRESYON

Sekonder çürüklerin tanısında etken olduğu düşünülen; kaide materyalinin radyodensitesi, kalınlığı, kullanılan yöntem, lezyon boyutu, lokalizasyon ve gözlemci faktörü Forward Stepwise (Likelihood Ratio) yöntemine göre modele alınarak test edilmiştir. Forward Stepwise (Likelihood Ratio) yöntemine göre sekonder çürüklerin tanısında etkin olduğu düşünülen faktörlerin olumlu/olumsuz etkileri ve etkinlik derecelerine göre sıralanması mümkün olmaktadır.

Oluşturulan modele göre; faktörlerin önem derecesine göre sıralanışı,

1. Kaide materyalinin densitesi
2. Kalınlık
3. Madde-yöntem etkileşimi
4. Kişi
5. Yöntem olarak belirlenmiştir.

Oluşturulan modele göre; kaide materyalleri arasında, doğru tanılanabilme oranı en yüksek olan Dycal referans alındığında;

- Algenol ile hazırlanan örneklerde yanlış tanı koyma olasılığı Dycal ile hazırlananlara göre 2.5 kat (odds oranı) daha fazla olmaktadır.
- Aqua-ionobond ile hazırlanan örneklerde yanlış tanı riski 11.819 kat,

- Durelon'da yanlış tanı riski 9.104 kat,
- Ketac-cem kullanılan örneklerde ise 5.979 kat daha fazla bulunmuştur.

Bu sonuçlar irdelendiğinde, kaide materyallerinin radyodensitesinin sekonder çürük tanısında etkili bir faktör olduğu gözlenmektedir ( $p=0.000$ ).

Sekonder çürük tanısında, kaide materyalinin densitesi ile birlikte kalınlığının da 2. derecede etkili olduğu ve kaide materyalinin 1 mm kalınlıkta yerleştirildiği örneklerde, 1.5 mm kalınlıkta hazırlananlara göre yanlış tanı riskinin 2 kat arttığı belirlenmiştir ( $p=0.000$  odds oranı=2.011).

Çalışmaya katılan hekimlerin performansları değerlendirildiğinde, sekonder çürükleri saptamada gözlemciler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu ortaya konmuştur ( $p=0.008$ ).

Sekonder çürüğün doğru tanılanmasında görüntüleme yöntemlerinin etkileri incelendiğinde, uygulanan Forward Stepwise (Likelihood Ratio) yöntemi gereğince, geliştirilmiş Digora referans alınmıştır. Buna göre; konvansiyonel radyografi yöntemi ile yanlış tanı koyma riski 1.874 kat, Digora kullanımı ile ise 2.056 kat artmış olarak bulunmuştur ( $p=0.005$ ).

Kaide materyallerinin radyodensiteleri ile kullanılan görüntüleme yöntemleri arasındaki etkileşimin, sekonder çürüğün doğru olarak tanılanmasında [Forward Stepwise (Likelihood Ratio) yöntemine göre] üçüncü derecede önemli olduğu saptanmıştır ( $p=0.000$ ).

Sekonder çürük lezyonun boyutu 0.5 mm olarak referans alındığında, lezyon boyutları arasında tanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı bulunmuştur ( $p=0.568$ ).

Aynı şekilde sekonder çürük lokalizasyonunun mezyalde veya distalde olmasının da doğru tanı koyma açısından istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ( $p=0.153$ ).

Yapılan analizlerde kaide materyali kalınlığının sekonder çürüklerin doğru olarak tanılanmasında etkili olduğu, ancak farklı görüntüleme yöntemlerine göre etkisinin değişmediği istatistiksel olarak saptanmıştır.

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dişhekimliğinde radyografi ile desteklenmemiş klinik muayenenin birçok patolojiyi belirlemedeki yetersizliği göz önüne alındığında, doğru ve eksiksiz tanı için kapsamlı ve etkin bir radyografik değerlendirmenin gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Dişhekimliği pratiğinin büyük bir bölümünü oluşturan primer ve sekonder çürük tedavisinde başarıyı belirleyen ilk ve belki de en önemli basamak, başlangıç halindeki çürüklerin erken ve doğru olarak tanılanmasıdır. Ancak özellikle posterior dişlerin aproksimal yüzeylerinde yer alan primer ve sekonder çürüklerin saptanması ağzın anatomik yapısı ve diş dizisinin durumu nedeniyle güçleşmektedir (82,92).

*Yanısıra, doğal çürüklerin radyografik olarak görülebilmesi için en az %40 oranında sert doku demineralizasyonu gerekmesi ve bu nedenle gerçek çürük boyutunun film üzerinde belirlenen çürük boyutundan daha büyük olması dişhekimlerinin tedavi yapıp yapmama konusunda karar vermede sıkıntı yaşamalarına neden olmaktadır (21).*

Bununla birlikte, radyografik değerlendirmenin de yapıldığı birçok araştırma sonucunda, gerek yöntemlerin kendisindeki, gerekse hekimlerin radyografik yorumlarındaki farklılıklar nedeniyle çürüğün erken ve doğru olarak tanılanmasında radyografinin yetersizliklerinin bulunduğu ortaya konmuştur (145). Örneğin, posterior dişlerin aproksimal yüzeylerinin radyografik olarak incelendiği bir çalışmada araştırmacıların çürük yüzeylerin ancak %50'sini, sağlıklı yüzeylerin ise %93'ünü doğru olarak tanıladıkları ve gözlemcilerin kendi içlerindeki ve birbirleri arasındaki uyumların da düşük oldukları gözlenmiştir (47,145). Bu nedenle de araştırmacılar doğru, eksiksiz ve etkin tanıya yönelik yeni

yöntemlerin arayışı içine girmişler ve sonuçta yeni diagnostik araçlar ve yöntemler geliştirilmiştir.

Bilgisayarların dişhekimliği alanında da kullanılmaya başlamasını takiben, ilk olarak konvansiyonel yöntemlerle alınan radyografilerin video kameralar veya tarayıcılar aracılığı ile dijitize edilmesi sonucunda elde edilen indirekt dijital görüntüler üzerinde çalışılmıştır. Ancak bu sistem konvansiyonel filmlerde ışınlama ve banyo işlemleri sırasında oluşan tüm hataları beraberinde getirdiğinden, araştırmacılar bu olumsuzlukları içermeyen yeni yöntemlerin arayışı içine girmişler ve bunun sonucu olarak direkt dijital radyografi sistemleri geliştirilmiştir.

Günümüzde görüntü reseptörlerine göre CCD sensörlü ve fosfor plaka sistemli olmak üzere iki tip direkt dijital radyografi sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemler; mevcut X-ışını kaynakları ile kullanılabilir olmaları, ışınlama ve görüntü oluşumu arasındaki sürenin çok kısa olması, ışın dozunda konvansiyonel filmlere göre %5-50 oranında azalma sağlaması, elde edilen görüntüler üzerinde diagnostik amaca uygun olarak kontrast ve densite değişiklikleri gibi görüntü iyileştirme işlemlerinin uygulanabilmesi, film tekrarlarının azalması ile radyasyondan maksimum korunmanın sağlanması, görüntülerin saklanması, arşivlenmesi ve transfer edilebilmesi gibi avantajları nedeniyle konvansiyonel yöntemlere göre üstünlük sağlamaktadır (135,136).

Yeni bir yöntemin klinik olarak uygulanmasından önce laboratuvar şartlarında değerlendirilmesi gerektiği düşüncesinden yola çıkarak, direkt dijital radyografi tekniklerini hem kendi içindeki farklı sistemler ile, hem de konvansiyonel

radlyografı teknıkerı ıle karşılaştıran bırçok çalışma yapılmıştır (11,16,51,56,58, 72, 93,119,133,134,138).

Endodontı açısından değerlendirıldığında, kök kanallarının görüntülenmesinde direkt dijital radyografı sistemlerinin (Digora, RVG, ve Sens-A-Ray) konvansiyonel radyografı ıle karşılaştırılabilir oranda başarılı (15,26,113) ve hatta ince kanal aletlerinin gözlenmesinde konvansiyonel yöntemlerden daha etkin olduğu ortaya konmuştur (23). Periapikal lezyonların tanısına yönelik çalışmalarda ise özellikle kk lezyonların saptanmasında konvansiyonel radyografiden daha iyi olduğu saptanmıştır (122,147).

Yanısıra, dental implant uygulamaları öncesinde operasyon yapılması planlanan bölgelerin kemik yoğunluğunun ve kalitesinin belirlenmesinde dijital görüntüler üzerinde çalışılarak, çeşitli radyometrik analiz yöntemleri başarıyla kullanılmıştır (53).

Benzer şekilde, alveoler kemiğe ait fizyolojik ve patolojik değişikliklerin belirlenmesinde direkt dijital radyografı sistemlerinin konvansiyonel sistemler kadar başarılı olduğu gösterilmiştir (38). Dijital radyografı sistemleri ıle primer ve sekonder rklerin tanısına yönelik ilk çalışmalar, konvansiyonel radyografilerin dijitize edilmesiyle yani indirekt sistemle yapılmıştır. Wenzel ve arkadaşları (1991) dijitize edilmiş filmler, zeroradyografı ve konvansiyonel filmleri karşılaştırdıkları çalışmalarında dijitize görüntülerle rk tanısında sensitivitenin arttığını, ancak hatalı pozitif oranının da yükseldiğini belirlemişlerdir (143).

1988 yılında ilk direkt dijital radyografi sisteminin (CCD sensörlü sistem) geliştirilmesini takiben çalışmalar indirekt ve direkt dijital radyografi sistemlerinin karşılaştırması üzerinde yoğunlaşmış ve sonuçlar, iki sistem arasında önemli bir fark olmadığını, ancak ilk sisteme ait yazıcı çıktılarının (kağıda basılı görüntülerinin) doğru tanı koymakta konvansiyonel radyografiler kadar etkin olmadığını göstermiştir (142). Bunun olası sebebi olarak, söz edilen teknik işlemler sırasında kaçınılmaz olarak meydana gelen bilgi kaybı gösterilmektedir (107).

Wenzel ve arkadaşları (1991) oklüzal çürüklerin tanısında üçüncü nesil RadioVisioGraphy (RVG) sistemini konvansiyonel radyografi ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, bu CCD sensör sisteminin konvansiyonel filmlerle karşılaştırılabilir diagnostik doğruluğa sahip olduğunu göstermişlerdir (55,137,142).

Daha sonra Hintze ve arkadaşları (1994) ile White ve Yoon (1997) aproksimal çürüklerin tanısında D ve E hızındaki filmler ile CCD sensörlü sistemleri karşılaştırmışlar ve her iki sistem arasında önemli fark olmadığını saptamışlardır (55,145).

CCD sensörlü sistemlerin kullanılmaya başlamasından yaklaşık yedi yıl sonra fosfor plaka sistemleri geliştirilmiş ve araştırmacılar çalışmalarını bu iki direkt dijital radyografi yöntemini karşılaştırma üzerine yönlendirmişlerdir. Bu kapsamda,

Wenzel ve arkadaşları (1995) CCD sensörlü sistemler ile fosfor plaka sistemlerin çürük tanısındaki doğruluklarını araştırdıkları *in vitro* çalışmalarında sistemlerin hemen hemen eşit performans gösterdiklerini saptamışlardır (134).

Bununla birlikte, fosfor plakaların CCD sensörlere göre; periapikal filmlere yakın boyutlarda olması (35x45 mm), esnek yapısı nedeniyle kullanım kolaylığı sağlaması, ağız içinde görüntüleyebildiği alanın genişliği, X-ışınına duyarlılığı ve rezolüsyonunun yüksek olması dolayısıyla tanısal kapasitesinin artması gibi avantajları nedeniyle daha geniş kullanım alanına sahip olduğu gösterilmiştir (4,78,135).

Bu nedenle, söz konusu avantajlarından dolayı, çalışmamızda fosfor plakalı bir sistem olan Digora (Soredex, Orion Corporation, Finland)'nın kullanılması tercih edilmiştir.

Sekonder çürüklerin doğru tanınmasına yönelik çalışmalarda, yapay çürük oluşturulması amacıyla birçok farklı yöntem kullanıldığı gözlenmektedir. Bu araştırmaların bir kısmının doğal çürüklü çekilmiş dişlerde (134), bir kısmının ise sekonder çürüğü taklit eden yapay lezyonların oluşturulduğu çekilmiş dişlerde yapıldığı görülmektedir (43,85,92,93,118). Yapay çürüklerin oluşturulmasında ise bazı çalışmalarda asit tekniği kullanılırken (25), bazılarında ise frezlerle bu tür lezyonların oluşturulduğu saptanmıştır (43,85,92,93,118). Diğer bir alternatif yöntem ise bilgisayar programları kullanarak yapay çürüğü taklit eden görüntülerin oluşturulmasıdır (92).

Ancak, yapılan araştırmalar, çürüğün yapay veya doğal olmasının tanının doğruluğunu belirlemede önemli olmadığını ortaya koymuştur (92). Asit jel tekniği ile hazırlanan modellerin kullanım alanlarının yaygın olmasına karşın, görüntüleme sistemlerinin tanısal doğruluğunu değerlendiren çalışmalar için uygun olmadığı, naturel yapıdaki gerçek çürük lezyonlarının asit jel ile

oluşturulanlara göre daha geniş alana yayıldığı ve derinliklerinin radyografik olarak belirlenenden daha fazla olduğu bildirilmiştir (14,92).

Yanısıra, frezlerle oluşturulan yapay çürük lezyonlarının standart genişlik ve derinlikte hazırlanabilme, radyografik olarak keskin sınırlara ve yüksek kontrasta sahip olma gibi bazı avantajları olduğu bildirilmiştir (21,92). Nitekim, Kang ve arkadaşları (1996) gözlemcilerin sağlam mine yüzeyi, doğal çürük ve yapay lezyonları ayırt etme yeteneklerini değerlendirdikleri çalışmalarında yapay lezyonların %74'ünün, doğal çürüklerin ise %67'sinin doğru olarak saptanabildiğini göstermişlerdir (60).

Dagenais (1995) ve Parks (1994) frezle oluşturulmuş yapay çürük lezyonlarının keskin sınırlara sahip olması nedeniyle yüksek rezolüsyonlu filmler üzerinde daha kolay saptanabildiklerini ve böylece konvansiyonel yöntemin sensörlere göre etkinliğini arttırabildiklerini öne sürmüşlerdir (27,99). Nitekim, Nummikoski ve arkadaşları da (1992) yapay rekürrent çürüklerin saptanmasında dijital subtraction radyografi kullandıkları çalışmalarında gözlemciler arasındaki uyumun yüksek olmasının nedenini yapay defektlerin görüntülerinin sınırlarının doğal lezyonlara göre belirgin olmasına ve dolayısıyla daha kolay görülmesine bağlamışlardır (95).

Bu nedenle, kaide materyallerinin radyodensitesi ve kalınlıklarının sekonder çürük tanısı üzerindeki etkilerinin belirlenmesini amaçlayan çalışmamızda, kavite boyutlarındaki değişikliklerinin meydana getirebileceği olumsuzlukların ortadan kaldırılması ve standardizasyonun sağlanması amacıyla yapay sekonder çürük lezyonlarının frezlerle oluşturulması tercih edilmiştir.



Dişhekimliği pratiğinde primer çürükler kadar sık görüldüğü ve hızla ilerleyerek pulpal irritasyona neden olduğu bildirilen sekonder çürüklerin tanısında karşılaşılan başlıca sorunlar başlangıç lezyonlarının küçük olması, diş dizisinin durumu ve komşu restoratif materyalin radyopasitesidir (92).

Araştırmacılar sekonder çürüklerin doğru olarak tanılanabilmesi ve restorasyonun altındaki lezyonun dolgu materyali veya dentinden kolayca ayırt edilebilmesi için, kullanılan restoratif materyallerin dentinden daha yüksek ve mineye benzer densiteye sahip olmaları gerektiğini bildirmişlerdir (6,41,42,44,48,63,93, 101,129).

Aynı özelliğin restoratif materyaller kadar kaide materyalleri için de geçerli olduğu göz önüne alındığında, radyopasitesi yüksek bir kaide materyalinin dentin ve dolgu materyalinden kolayca ayırt edilebileceği bilinmektedir (42).

*1 mm kalınlığındaki sağlıklı dentinin radyopasitesi 1 mm kalınlığındaki alüminyuma eşdeğer olarak kabul edilmektedir (127); bu nedenle öncelikle, çalışmamızda kullanılması planlanan kaide materyallerinin radyopasitelerinin belirlenmesi amacıyla, her materyalden 1 mm kalınlığında örnekler hazırlanarak densiteleri saptanmıştır. Densitometrik analiz sonucunda radyopasitesi en düşük kaide materyalinin dentine eşdeğer radyopasiteye sahip Aqua-ionobond olduğu, diğer kaide materyallerinin radyopasitelerinin ise mineye eşdeğer ve/veya daha yüksek oldukları gözlenmiştir.*

Kaide materyallerinin radyodensitesini belirleyen faktörler arasında materyallerin moleküler yapılarının yanısıra, kalınlıklarının da etkili olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (1,101,112,127). Söz konusu araştırmalar

genellikle *in vitro* koşullarda gerçekleştirildiğinden, sunulan çalışmada da ağız ortamını taklit edebilecek ve *in vitro* koşullarda çalışma olanağı sağlayacak bir diş modeli hazırlanmıştır.

Fosfor plaka sisteminin (PPR) ürük tanısındaki etkinliğini konvansiyonel radyografi ile karşılaştıran çalışmalar bu iki sistem arasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Svanaes ve arkadaşları (1996), çekilmiş 50 molar ve premolar dişteki 95 aproksimal yüzeyden E hızındaki filmler ve PPR ile elde ettikleri görüntüleri 10 gözlemciye değerlendirtmişler ve mine veya dentin çürüğünün saptanmasında iki yöntem arasında belirgin farklılıklar bulunmadığını bildirmişlerdir (51,119). Benzer olarak, Kang ve arkadaşlarının (1998) alışmalarında da 28 yapay çürüklü ve 16 doğal çürüklü dişe ait konvansiyonel ve PPR görüntüleri 32 dişhekimi tarafından değerlendirilmiş ve sonuçta, iki sistem arasında tanı yönünden fark olmadığı belirlenmiştir (51,61). Diğer araştırmacıların çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiş ve fosfor plaka sisteminin çürüğün doğru olarak tanılanmasında konvansiyonel sistemler kadar etkin olduğu saptanmıştır (54) .

*Çalışmamızda da frezlerle yapay çürük oluşturulan ve farklı densite ve kalınlıktaki kaide materyallerinin uygulandığı diş modellerinin 9 gözlemci tarafından değerlendirilmesiyle elde edilen verilerin analizi sonucunda, sekonder çürüğün saptanmasında konvansiyonel yöntem ve dijital yöntem arasında fark olmadığı belirlenmiştir.*

Bilindiği gibi, dijital radyografinin sunduğu avantajlardan birisi, çok sayıdaki görüntü işleme fonksiyonları sayesinde görüntülerin matematiksel olarak değiştirilebilmesidir. Bu yöntemle, belirli bir görüntüye uygulanabilecek çeşitli filtreler ve kontrast değişiklikleri sonucunda, görüntünün kalitesini araştıracının amacına uygun olarak arttırmak mümkün olmaktadır.

Moystad ve arkadaşları (1996), aproksimal çürüklerin saptanmasında fosfor plaka sistemi (Digora) ile konvansiyonel radyografinin etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, doğru tanı koymada geliştirilmiş direkt dijital görüntülerin orijinal direkt dijital görüntülerden ve konvansiyonel görüntülerden daha etkili olduğunu belirtmişler (91) ve kontrast iyileştirme yönteminin çürüğün doğru tanısı üzerinde olumlu yönde etkili olduğunu gösteren diğer çalışmaları desteklemişlerdir (45,114). Nitekim Hildebolt ve arkadaşları da fosfor plakalı radyografide uygulanan görüntü geliştirme yöntemlerinin, orijinal görüntülere ve konvansiyonel filmlere göre doğru tanılamada daha etkin olduğunu ortaya koymuşlardır (51).

Buna karşın görüntü iyileştirme yöntemlerinin doğru tanıda etkisi olmadığını ve gereksizliliğini bildiren araştırmalar da literatürde yer almaktadır. Kang ve arkadaşlarının (1998) çalışmalarında 28 yapay çürüklü ve 16 doğal çürüklü dişe ait konvansiyonel ve PPR görüntüleri (geliştirme yapılmış ve yapılmamış) 32 dişhekimi tarafından değerlendirilmiş ve sonuçta, iki sistem arasında tanı yönünden fark olmadığı, yanısıra geliştirme yapılmış görüntülerde doğru tanı oranının arttığı belirlenmiştir (51,61). Versteeg ve arkadaşları (1998) fosfor plaka sistemi esasına dayanan Digora ile yapay kemik lezyonlarının saptanmasında kalibrasyonun ve otomatik gri skala ayarlamının (automatic

greyscale adjustment (AGSA)) etkisini inceledikleri çalışmalarında, görüntü iyileştirme yöntemlerinin yararlı olmadığı sonucuna varmışlardır (132).

Wenzel ve arkadaşları (1992) tarafından yapılan bir çalışmada çürüğün doğru olarak tanınmasında kenar belirginleştirme fonksiyonu (edge enhancement) uygulanmış görüntülerin uygulanmamış dijital görüntülerden ve konvansiyonel filminden daha etkili olmadığı gösterilmiştir (137). Wenzel ve arkadaşlarının (1993) diğer bir çalışmasında ise, araştırmacıların geliştirilmiş görüntüleri çoğunlukla periapikal anatomik oluşumları ve patolojileri belirlemek amacıyla tercih ettikleri, ancak çürük tanısında bu fonksiyonlardan yararlanmadıkları saptanmıştır (140). Aynı araştırmacı grubu, direkt dijital sistemlerde bulunan ve geliştirilmiş görüntülerde uygulanan çeşitli filtre sistemlerinin doğru tanı için gerekli olmayabileceğini belirtmişlerdir (136). Yanısıra, Abreu ve arkadaşları da (1999) çalışmalarında dijital görüntülerin sabit parlaklık ve kontrastta incelenmesi gerektiğini, çünkü gözlemcinin kontrast ve parlaklıkta yapacağı değişikliklerin diagnostik performansı azaltabileceğini, sabitlenmemiş parlaklık ve kontrastın dijital görüntülere alışkın olmayan gözlemcilere sistemleri karşılaştırmaları için eşit şans vermeyeceğini ve görüntüleme zamanını uzatıp gözlemcilerin yorulmasına yol açabileceğini bildirmişlerdir (2).

Gözlemcilerin bir fosfor plaka sistemi olan Digora ile elde edilen dijital görüntüleri kontrast ve parlaklık ayarlarını kendi isteklerine göre değiştirerek inceledikleri çalışmamızda, görüntü geliştirme yönteminin doğru tanıya ek bir katkısı olmadığı ve her üç görüntüleme yöntemi arasında anlamlı bir fark bulunmadığı gözlenmiştir. Bu anlamda, çalışmamızın sonuçları yukarıda söz edilen diğer araştırmacıların görüşlerini desteklemektedir.

Radyografik olarak doğru tanıya ulaşmada gözlemci performansının önemine değinen birçok çalışma bulunmaktadır. Duncan ve arkadaşları (1995) ile Dove (1992) dijitize edilmiş radyografilerle konvansiyonel röntgen filmlerini karşılaştıran çalışmalarında, çürüğü doğru tanılamada gözlemciler arasında fark olmadığını bildirmişlerdir (29,30). Ancak, Moystad ve arkadaşları (1996) *in vitro* çalışmalarında geliştirilmiş fosfor plaka görüntülerinde gözlemciler arası farklılıkların filme göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (91).

Çalışmamızda ise sekonder çürüğü doğru tanılamada gözlemcilerin etkinlikleri arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ve bu sonuç, Abreu ve arkadaşları ile, Syriopoulos ve arkadaşlarının bulgularıyla uyumludur (2,120,121). Gözlemci performansındaki bu değişikliklerin, gözlemcilerin deneyimi, eğitimi ve kişiler arasındaki görsel algılama farklılıklarına bağlı olabileceği düşünülmektedir (120).

Çalışmamızda gözlemciler üç yönteme göre elde edilmiş görüntüleri birer hafta ara ile olmak üzere iki kez değerlendirmişlerdir. Yapılan istatistiksel analizler, farklı zamanlarda yapılan değerlendirmelerin sekonder çürüğü doğru tanılamada etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuç gözlemlerin rastgele (random) yapıldığını göstermesi açısından önemlidir.

Sekonder çürüklerin doğru tanısını lezyonun lokalizasyonunun da etkilediği, bukkalde yer alan lezyonların lingualde olanlara göre daha kolay belirlendiği bildirilmiştir (93). Çalışmamızda ise, lezyonların lokalizasyonunun doğru tanıda etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Yapılan araştırmalarda primer ve sekonder çürük lezyon boyutlarının çürük tanısı üzerinde etkili olduğu ve büyük lezyonların küçük lezyonlardan daha kolay saptanabildiği belirtilmektedir (85). Rudolphy ve arkadaşları (1993) sekonder çürüklerin bite-wing radyografi ile tanısı üzerine yaptıkları çalışmalarında, bite-wing radyografinin büyük lezyonları %100, orta lezyonları %89 ve küçük lezyonları %40 sensitivite ile saptayabildiğini bildirmişlerdir (106). Nummikoski ve arkadaşları (1992) yapay rekürrent çürüklerin dijital subtraction radyografi (DSR) ile saptanması konulu çalışmalarında, hem konvansiyonel radyografide hem de DSR'de yapay lezyon boyutunun çürüğün belirlenmesinde etken olduğunu saptamışlardır (95). Aynı araştırmacılar, lezyon boyutu küçüldükçe her iki yöntemde de doğru tanı oranında azalma olduğunu ortaya koymuşlardır (95). Bu sonuç, başka araştırmalarda da gözlenmiş ve büyük çürüklerin küçüklerden daha kolay saptanabildiği bildirilmiştir (22,141).

Çürüğün doğru olarak tanılanmasında lezyon boyutunun konvansiyonel ve dijital görüntüleme yöntemlerinin etkinlikleri üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarında Schmage ve arkadaşları (1999), küçük çürük lezyonlarının en iyi konvansiyonel filmlerde saptanabildiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, dijital radyografik sistemlerin görüntü kalitesinin, dentin çürüğünün demineralizasyon safhasında olduğu ve henüz kavitasyonun gelişmediği durumlarda düşük olduğunu saptayarak, dijital sistemlerin kullanımıyla küçük çürüklerin tanısının doğru olarak yapılamayabileceğini göstermişlerdir (110). Syriopoulos ve arkadaşları ise (2000) çalışmalarında lezyon boyutu ve görüntüleme sistemi arasındaki ilişkinin

önemsiz olduğunu, ancak lezyon boyutunun gözlemci performansını belirgin derecede etkilediğini saptamışlardır (120).

Çalışmamızın bulguları da lezyon boyutlarının doğru tanı üzerinde etkili olduğunu ve küçük lezyonların her üç görüntüleme yönteminde de doğru olarak saptanma oranının düşük olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, lezyonun 1 mm boyutunda olduğu örneklerde, çürüğün doğru olarak tanılanmasında Digora'nın konvansiyonel yöntemine göre etkinliğinin önemli derecede fazla olduğu saptanmıştır.

Sekonder çürüklerin saptanmasında restoratif materyal ve bitişik diş yüzeyi arasındaki görüntü kontrastı önemli bir faktördür. Restoratif materyalin densitesi diş dokularının veya çürüğün densitesine yaklaştığında gözlemcilerin mevcut çürük lezyonlarını tanılamada yanılgıya düştükleri ve çürük olmayan yerde de hatalı olarak çürük tanısına vardıkları bildirilmiştir (85). Bu nedenle, restoratif materyallerin radyopak olmaları, mevcut restorasyonlar ve sekonder çürük arasında radyografik farklılık oluşturacağı için istenen ve gerekli olan bir özelliktir (43,111). Nitekim, kullanılan restoratif materyalin sekonder çürüklerin tanısındaki etkisini araştıran çalışmalarda da, doğru tanı için restoratif materyalin dentinden daha fazla ve en az mine kadar opak olması gerektiği bildirilmektedir (6,43,84,93,101,127). Hatta, Lutz ve arkadaşları (1984) ile Omer ve arkadaşları (1986) kompozit materyaller kullanarak yaptıkları çalışmalarında, çürüğün doğru olarak saptanabilmesi için bu materyallerin mineden daha yüksek radyopasiteye sahip olmaları gerektiğini belirtmişlerdir (83,97). Matteson ve arkadaşları (1989) radyopak kompozitlere bitişik olan sekonder çürüklerin

daha kolay tanımlandığını, radyolüsent kompozitlerin ise karanlık bir alan yaratarak özellikle başlangıç lezyonlarının ayırt edilmesini engellediklerini bildirmişlerdir (85).

Radyopasitenin doğru çürük tanısında önemli ve gerekli bir faktör olduğu belirtilmekle birlikte, radyodensite derecesinin fazla olmasının ise doğru tanıyı olumsuz etkilediğinden de söz edilmektedir (36,125). Örneğin, Tveit ve Espelid (1986) çalışmalarında orta derecede radyopasitesi olan bir kompozit restorasyona bitişik sekonder çürüğün, amalgam restorasyona bitişik olan bir sekonder çürükten daha kolay saptanabildiğini saptamışlardır (125). Bu sonuç; 1) açıldırılmış x-ışını demetinin aşırı radyopak olan amalgam ve diğer metalik restoratif materyallere ulaşarak, bu materyallerin çürük dış yapıları üzerinde süperpozisyonlar oluşturmaları; 2) böylece, sekonder çürüklerin ve boşlukların gözlenmesinin güçleşmesi gibi iki faktöre bağlanmaktadır (43).

Çalışmamızın bulguları, sekonder çürüklerin doğru olarak tanılanmasında en önemli faktörün kullanılan kaide materyallerinin radyodensitesi olduğunu ortaya koymaktadır. Bilindiği üzere, kaide materyallerinin radyodensiteleri karışıma ilave edilen ağır metal bileşikleri gibi radyopak materyaller tarafından sağlanmaktadır (84). Tüm materyaller içinde densitesi mineden biraz daha yüksek olan Dycal'in, sekonder çürüğün en yüksek oranda doğru tanıldığı materyal olduğu saptanmıştır. Doğru tanı konma oranı en yüksek materyal olan Dycal'in referans alınması sonucunda elde edilen odds oranlarına göre, radyodensitesi amalgaminkine yakın olan Algenol ile hazırlanan örneklerde gözlemcilerin hatalı tanı koyma olasılığı 2.5 kat artmaktadır. Kanımızca, bunun nedeni, yüksek radyopasitenin daha önceden söz edilen dezavantajlarından



kaynaklanmaktadır. Aqua-ionobond ise hatalı tanı riskinin en büyük olduğu (11.819 kat) kaide materyali olarak saptanmıştır ve bu sonucun, materyalin densitesinin dentine eşdeğer olmasından ve buna bağlı olarak, çürüğün gözlenmesini güçleştirmesinden kaynaklandığı düşünülebilir. Bu anlamda bulgularımız kaide materyallerinin radyodensitelerinin sekonder çürük tanısında etkili olduğunu belirten araştırmacıların sonuçları ile uyum göstermektedir.

Abreu ve arkadaşları (1977), kaide materyallerinin radyopasitesinde moleküler yapı yanısıra kalınlığın da etkili olduğunu bildirmişlerdir (1). Çalışmamızda da sekonder çürüğü tanılamada materyal kalınlığının önemini belirlemek amacıyla, kaide materyallerinin iki farklı kalınlıkta uygulanması tercih edilmiş ve sonuçta, materyal kalınlığının sekonder çürüğün saptanmasında önemli bir faktör olduğu saptanmıştır. Lojistik regresyon analizine göre materyal kalınlığı -materyalin radyopasitesinden sonra- modele ikinci derecede etki eden faktördür; buna göre, radyopasitesi düşük olan bir maddenin kalınlığı ince olduğunda, hatalı tanı olasılığı 2 kat artmaktadır. Literatürde, restoratif materyalin kalınlığının ve yoğunluğunun x-ışınlarının tutulmasını (attenuasyon) etkiledikleri ve lezyonun görüntülenmesinde rol oynadıkları bildirilmektedir (93). Çalışmamızın bulguları bu sonuçları desteklemektedir ve radyopasitesi fazla olmayan, ince bir kaide materyalinin muhtemelen dentine benzer bir görüntü oluşturarak doğru tanı olasılığını azalttığını akla getirmektedir.

*Dijital görüntüleme sistemlerinin çoğunun rezolüsyonu konvansiyonel filmlerden daha düşüktür; bununla birlikte, sadece rezolüsyonun başlangıç çürüklerini göstermede yeterli olmadığı bildirilmiş ve çürüğün doğru tanısı için en önemli*

*faktörün yüksek kontrast olduğu belirlenmiştir (14). Radyograflerin kontrastının yüksek olması, filmin karanlık olmasına yol açmaktadır. Ancak uygun aydınlatma koşullarında incelenen yüksek kontrastlı filmler, çürüğün doğru olarak saptanma olasılığını belirgin ölçüde arttırmaktadır. Ayrıca, diş ve amalgam dolgunun birbiriyle temas noktası gibi bitişik yüzeyler arasında kontrastın artması, lezyonun saptanmasını engelleyen Mach band türü görsel algılama anomalilerine de yol açabilmektedir (93).*

*Yetersiz densitedeki filmler de optimal densite ve kontrasttaki görüntülerden daha kötü diagnostik performansa yol açabilirler. Konvansiyonel filmlerde kontrastı bozmaksızın densiteyi arttırmanın tek yolu, radyasyon dozunun fazlalaştırılmasıdır; ancak, bu seçeneğin hastaya ulaşan radyasyon dozunun da artması gibi bir dezavantajı bulunmaktadır. Aynı şekilde, bu seçenek tercih edildiğinde, film tekrarları olan durumlarda hastaya ulaşan ışın dozu daha da artmaktadır. Oysa dijital görüntüleme sistemlerinde bulunan kontrast ve densite ayarlamaları, görüntüyü optimal düzeye getirmenin yanısıra, film tekrarları gereksinimini ortadan kaldırarak radyasyondan korunmayı da mümkün kılmaktadır (ALARA ilkesi). Hildebolt ve arkadaşları (1997) küçük kontrast farklılıklarının belirlenmesinde, kontrast ve densite ayarlamalarının yapılabilmesi nedeniyle Digora'nın tercih edilebileceğini bildirmişlerdir (52). Nummikoski ve arkadaşları (1992) da bu görüşe katılarak, dijital radyografinin küçük yapay sekonder çürükleri saptamada hassas bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (95). Aslında bu uygulama rutin klinik kullanımda önemli olmamakla birlikte, sekonder ve rekürrent çürükler gibi tanısı zor fakat komplikasyonları büyük olan olgularda özellikle değer kazanmaktadır (52). Buna karşın, söz konusu fonksiyonların*

*etkileri üzerinde çalışan Naitoh ve arkadaşları (1998), dijital sistemlerde gözlemci tercihiine göre yapılan parlaklık ve kontrast değışikliklerinin kişilerin performansını etkilemediklerini göstermişlerdir (94).*

Çalışmamızın sonuçları irdelendiğinde, sekonder çürüklerin doğru tanısında, kaide materyallerinin radyodensitesi ve kalınlığından sonra kullanılan radyografik yöntemin de etkili olduğu ve geliştirilmiş Digora görüntülerinin farklı kaide materyalleri ile hazırlanmış örneklerin değerlendirilmesinde diğer yöntemlere göre daha üstün olduğu bulunmuştur.

Kullendorf ve arkadaşları (1996) optimal kalitedeki direkt dijital görüntülerin geliştirilmesinin periapikal lezyonların saptanmasındaki tanısal doğruluk üzerinde sınırlı bir etkisi olduğunu göstermişler ve komplike görüntü geliştirme fonksiyonları yerine, temel görüntü geliştirme fonksiyonları olan kontrast ve parlaklığın değıştirilmesini önermişlerdir (76). Schmage ve arkadaşları (1999) klinik uygulamalarda elde edilen dijital görüntülerin çoğunda belli bir görüntü kalitesine ulaşmak için (özellikle Sidexis ve Digora kullanıldığında) kontrast ve parlaklık ayarlaması yapılması gerektiğini, bu ayarlar yapılmadan iyi kontrasta sahip tek sistemin ise RVG olduğunu belirtmişlerdir (110).

Optimal görüntüleme şartlarının radyolojik değerlendirmedeki önemi, radyoloji biliminin başlangıcından beri bilinmektedir. Oysa Espelid (1987) yapay aproksimal mine çürüklerinin doğru tanılanmasında iki farklı değerlendirme ortamının etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmasında penceresiz bir odadaki tavan ışığı altında ve karanlık bir odada magnifikasyonlu, maskelenmiş bir negatoskopta radyografik değerlendirme yapmış ve sonuçta, çürüğün tanısında konvansiyonel radyografilerin değerlendirme ortamının önemli olmadığını

göstermiştir (34). Aynı şekilde, Cederberg ve arkadaşları (1998) da radyografik tanı için hekimlerin değerlendirme koşullarını değiştirmesinin gerekli olmadığını ortaya koymuşlardır (21).

Dijital görüntüler söz konusu olduğunda ise, görüntünün yer aldığı arka planın rengi, görüntünün büyüklüğü ve bilgisayarın üzerindeki baş ışığının parlaklığı gibi birçok faktör gözlemcinin çürüğü tanıma yeteneğini değiştirebilmektedir. Görüntülerin bir arka plan (background) üzerinde incelenip incelenmemesi, büyütülüp büyütülmemesi veya karanlık bir odada olup olmaması mine lezyonlarını belirlemede gözlemciler üzerinde etkili olmamakla birlikte, konvansiyonel filmlerin değerlendirilmesi sırasında negatoskopların, dijital görüntülerin değerlendirilmesinde ise bilgisayar monitörünün kullanılması hasta ve hekime kolaylık sağlamaktadır (21).

Nair ve arkadaşları (1998), sekonder çürüklerin tanısında restoratif materyalin türünün ve çürüğün lokalizasyonunun etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında görüntüleme yöntemleri olarak konvansiyonel filmler, direkt dijital radyografi ve tuned aperture computerized tomography (TACT) kullanmışlar ve sistemlere ait sensitivite değerlerini sırasıyla 40, 44.17, 49.58 olarak belirlemişlerdir (93). Bizim çalışmamızda da konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi ve geliştirilmiş direkt dijital radyografi yöntemlerine göre saptanan sensitivite ve spesifite değerleri, Nair ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

Görüntü kalitesi, sistemin fiziksel parametrelerinin bir fonksiyonudur ve insan görsel sisteminin mevcut sınırlamalarının yanısıra, görüntü sensörü, bilgisayarın donanımları ve yazılımları, ortamdaki kaynaklanan ışık ve ekranın yansımaları

gibi dış etkenler tarafından etkilenmektedir (22). Dijital reseptörlerin piksel sayıları da sistemin rezolüsyonunu belirleyen bir faktör olarak gösterilmektedir; çünkü görüntü boyutundaki azalmalar rezolüsyonu da azaltarak, görüntüde yer alan küçük ayrıntıların saptanmasını zorlaştırmakta ve böylece tanısal bilginin kaybına neden olmaktadır (120). Dijital sistemlerin rezolüsyonu yaklaşık 6 ila 10 lp/mm arasında değişmektedir (22,139) ve çalışmamızda kullanılan fosfor plakalı sistem olan Digora'nın rezolüsyonu 8 lp/mm'dir. Oysa konvansiyonel filmlerin rezolüsyonu 20 lp/mm'ye kadar çıkmaktadır (22,40) ve bu özellik konvansiyonel yöntemlerin dijital sistemlere karşı avantajlarından en önemlilerinden birisi olarak kabul edilmektedir .

Bununla birlikte çalışmamızda, rezolüsyonu konvansiyonel radyografiden daha düşük olmasına karşın Digora'nın, sekonder çürük saptanmasında, konvansiyonel radyografi ile karşılaştırılabilir performansa sahip olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak; çalışmamızdaki bulgular değerlendirildiğinde:

1. Kaide materyallerinin radyopasitesi sekonder çürüklerin doğru olarak tanılanmasını etkilemektedir.
2. Kullanılan materyalin kalınlığı, doğru tanıya ulaşmada önemli bir faktördür.
3. Çürük lezyonunun boyutu küçüldükçe, doğru olarak saptanması da güçleşmektedir.

4. Gözlemcilerin sekonder çürüğü doğru tanılamadaki etkinlikleri arasında farklılıklar olduğu gözlenmiştir.
5. Farklı zamanlarda yapılan radyografik değerlendirmelerin sekonder çürüğün doğru tanınmasında etkili olmadığı belirlenmiştir.
6. Görüntüleme yöntemleri arasında tanısal etkinlik yönünden istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık saptanamamakla birlikte, geliştirilmiş Digora görüntülerinin farklı kaide materyalleri ile hazırlanmış örneklerin değerlendirilmesinde diğer yöntemlerden daha etkin olduğu saptanmıştır.

Günümüzde teknolojiye meydana gelen çok hızlı gelişmelerin, tüm alanlarda olduğu gibi, dişhekimliği pratiğinde de yeni ve gelişmiş uygulamalarla kendini göstermesi kaçınılmazdır. Başdöndürücü hızla meydana gelen bu atılımlar sonucunda, insan ırkının en yaygın hastalığı olan diş çürüğünün en erken aşamada doğru olarak tanınmasını sağlayan ve bu işlem sırasında hastaya, hekime ve çevreye en az zarar veren, güvenilir ve ucuz tanı yöntemlerinin ortaya çıkması da şaşırtıcı olmayacaktır. Nitekim, halihazırda dişhekimliği hizmetlerinde giderek artan bir oranda kullanılmakta olan bilgisayar destekli görüntü analiz sistemleri de son 10 yılda geliştirilen, etkin ve kolay bir sistem olarak görülmektedir. Bu güne dek kullanılan konvansiyonel yöntemlerin yapısında bulunan hatalardan, eksikliklerden ve dezavantajlardan arındırılmaya çalışılan bilgisayar destekli görüntüleme yöntemlerinin etkinlikleri, çalışmamızda olduğu gibi değerlendirilerek daha da geliştirildiğinde, demineralizasyonun başlangıç aşamasında diş çürüğünün saptanmasının da ütopyik bir düşünce olmakla kalmayacağını umuyoruz.

## 5. ÖZET

Sekonder çürüklerin erken ve doğru tanısının güç olması nedeniyle bu konuya yönelik çok sayıda araştırma yapılmış ve sekonder çürüğün tanısına etki eden

faktörler belirlenmiştir. Araştırmacılar sekonder çürüklerin tanısının doğru olarak yapılabilmesi için kullanılan restoratif materyalin radyopak olması gerektiğini bildirmişlerdir (6,43,84,93,101,127). Sekonder çürüklerin erken ve doğru tanısında, restoratif materyal ile diş dokuları arasındaki kontrast farkının önemli bir faktör olduğu bilinmektedir (85,42,127). Restoratif materyal altında kullanılan kaide materyallerinin radyopasitelerinin, doğru tanının belirlenmesindeki etkinliğine ilişkin yeterli çalışmanın bulunmaması bizi bu çalışmanın planlanmasına yöneltti. Buradan hareketle, çalışmamızda 5 çeşit kaide materyalinin farklı kalınlıklarda uygulanmasının sekonder çürük tanısındaki etkilerini konvansiyonel ve direkt dijital radyografi yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak incelemeyi, ayrıca direkt dijital radyografinin en büyük avantajlarından biri olduğu düşünülen görüntü iyileştirme tekniklerinin hekimlerin diagnostik performansı üzerindeki etkilerini de araştırmayı amaçladık.

Çalışmamızın ilk aşamasında, kullanılacak kaide materyallerinin radyodensitelerinin belirlenmesi amacıyla 5 çeşit kaide materyalinin her birinden üçer adet olmak üzere 1 mm kalınlığında, 1 cm çapında standart diskler elde edildi. Hazırlanan örnekler ve %99 saf alüminyumdan yapılmış her basamağı 1 mm kalınlığında olan 8 basamaklı step-wedge, okluzal film üzerine yerleştirilerek ışınlandı ve filmin banyosu otomatik banyo cihazı ile yapıldı. Okluzal filmdeki örneklerin ve alüminyum step-wedge'in her basamağının densiteleri optik densitometre ile beş farklı noktadan ölçülerek ODU cinsinden belirlendi.



Çalışmanın ikinci bölümünde, periodontal ve ortodontik nedenlerle çekilmiş 30 adet sağlam premolar ve molar dişe standart boyutlarda inley türü MOD kaviteler açıldı. Yapay sekonder çürük lezyonları, çalışma grubu için ayrılan 20 dişin mezyal aproksimal yüzeylerinde gingival basamağın lingual köşesinde ve distal aproksimal yüzeylerinde ise bukkal köşesinde, 0.5 ve 1 mm olmak üzere 2 farklı çapta rond frez ile oluşturularak, içleri pembe mumla dolduruldu. Kontrol grubu olarak ayrılan 10 dişe ise sekonder çürük lezyonu oluşturulmadı.

Çalışmada kullanılan 5 farklı kaide materyalinden her biri kontrol grubundaki 10 dişin yarısına 1 mm, diğer yarısına ise 1.5 mm kalınlıkta olacak şekilde yerleştirildi. Aynı işlem çalışma grubundaki 0.5 mm ve 1 mm çapında sekonder çürük lezyonu olan 20 dişe de uygulandıktan sonra tüm dişler amalgam ile restore edildi.

Rastgele seçilen, farklı büyüklükte lezyon boyutu ve lokalizasyonu ile farklı kalınlık ve radyodensiteye sahip kaide materyali olan dişler aproksimal yüzeyleri temas edecek şekilde mum bloklara yerleştirildi. Her blokta çalışma grubuna ait 2, kontrol grubuna ait 1 dişin yanısıra her iki kenara yerleştirilmiş 2 adet sağlam diş bulunuyordu. Hazırlanan 10 bloktan standart koşullarda konvansiyonel, direkt dijital, ve geliştirilmiş direkt dijital radyografi ile görüntüler elde edildi ve 9 gözlemci tarafından 5 noktalı çürük skalasına göre değerlendirilerek elde edilen veriler istatistiksel olarak test edildi.

Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; sekonder çürüklerin doğru olarak tanınmasında kaide materyallerinin radyopasitesinin ve kalınlığının önemli olduğu, çürük lezyonunun boyutu küçüldükçe doğru olarak saptanmasının güçleştiği, ve gözlemciler arasında farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir. Farklı

zamanlarda yapılan radyografik değerlendirmelerin ise sekonder çürüğün doğru tanılanmasında etkili olmadığı gözlenmiştir. Görüntüleme yöntemleri arasında tanısal etkinlik yönünden istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık saptanamamakla birlikte, geliştirilmiş Digora görüntülerinin farklı kaide materyalleri ile hazırlanmış örneklerin değerlendirilmesinde diğer yöntemlerden daha etkin olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızın hatalı tanı ve tedavi uygulamaları sonucunda doğabilecek hem hastaya hem de hekime yönelik zararların minimuma indirilmesine katkıda bulunabileceğini umuyoruz.

## 6. SUMMARY

The early and accurate diagnosis of secondary caries is difficult therefore a lot of studies have been carried out and the factors effecting the diagnosis of secondary caries have been stated. Investigators have reported that the restorative materials must be radiopaque in order to make accurate diagnosis (6,43,84,93,101,127). It is evident that the difference in contrast is a fundamental factor effecting the early and accurate diagnosis (85,42,127). However there are limited number of studies concerning the efficacy of radiopaque base materials under restorative materials in determining secondary caries.

In our present study five different base materials with different width have been used. The purpose of the study is to compare the conventional and direct digital radiography methods in the diagnosis of secondary caries in addition to this one of the advantages of direct digital radiography which is the technique for improving the image quality has been tested.

The first stage in the study was to determine the radiodensity of the base materials that have been used three standard discs with 1 mm width and 1 cm diameter were prepared for each of the five different base materials. The samples and the 99% pure aluminum step-wedge with eight steps each of 1 mm thickness were placed on an occlusal film and was exposed. The processing procedures were completed with the automatic processing machine. The density of the samples on the occlusal film and the density of each of the

steps in the aluminum step-wedge was measured from five different places. The measurements are defined in terms of ODU.

In the second part of the study standard MOD inlay cavities were prepared in 30 sound premolar and molar teeth extracted due to ortodontic or periodontal indications. Artificial caries lesions were prepared lingually at the gingival wall of the mesial approximal wall in 20 teeth of the test group. In the same teeth cavities with 0.5 and 1 mm in diameter were prepared buccally at the distal approximal wall of the teeth. These cavities were filled with pink wax. The remaining 10 teeth were used as the control group and no secondary caries lesion was prepared.

Each of the five different base materials were placed on the control group. Base materials with 1 mm thickness was placed in 5 teeth and base materials with 1.5 mm thickness was placed in the remaining 5 teeth. The same procedure is carried for the 20 teeth with 0.5 mm and 1 mm in diameter with secondary caries lesions and restored with an amalgam filling.

Randomly selected teeth with different caries lesion dimensions and localizations were placed in wax next to teeth with base materials of different width and radiodensity. Each block consisted teeth with 2 teeth from the test group, 1 teeth from the control group and 2 sound teeth were placed at each end. Conventional and direct digital radiography images were taken from 10 blocks under standard conditions. The images were evaluated by 9 observers through the 5 pointed caries scale. The results were statistically tested.

After the evaluation of the results it can be stated the radiopacity and the thickness of the base material is important in the accurate diagnosis of secondary caries. It is also shown that as the dimension of the caries lesion diminishes the accuracy of diagnosis is negatively effected, and the results of the observers differs more. Diagnosis of secondary caries at different time intervals had no positive correlation with the accuracy of the diagnosis. On the other hand no statistically meaningfull results were found between different imaging modalities. However Digora image of samples with different base materials are more accurate in diagnosis of secondary caries lesions.

In conclusion, we hope that our study will contribute to the diagnosis of secondary caries and minimize the faults of the dentist due to poor diagnosis.

## 7. KAYNAKLAR

1. Abreu Jr.M., Tavares D., Vieira D.F., "Radiopacity of restorative materials", Oper. Dent., 2, (1977), 3-16.
2. Abreu Jr.M., Tyndall D.A., Platin E., Ludlow J.B., Phillips C., "Two- and three-dimensional imaging modalities for the detection of caries. A comparison between film, digital radiography and tuned aperture computed tomography (TACT)", Dentomaxillofacial Radiology, 28, (1999), 152-157.
3. Akdeniz B.G., "Endosseöz implantlarda seçilen bölgenin elverişliliğinin panoramik radyografi ve bilgisayarlı tomografi kullanımı ile kalitatif ve kantitatif olarak kıyaslamalı değerlendirilmesi", Doktora tezi, İzmir, 1995, 49-51.
4. Akdeniz B.G., "Modern Görüntüleme Yöntemleri (II)", Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi, 27, 2, (2000), 271-276.
5. Akdeniz B.G., "Periapikal doku değişiklikleri ve dijital radyografi", Dişhekimliğinde Klinik Dergisi, 12, 2, (1999), 52-56.
6. Akerboom H.B.M., Kreulen C.M., Amerongen W.E., Mol A., "Radiopacity of posterior composite resins, composite resin luting cements, and glass ionomer lining cements", J. Prosthet. Dent., 70, (1993), 351-355.
7. Alaçam T., "Endodonti", Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayın no:11, (1990), 147-148.
8. Allender L., Birkhed D., Bratthall D., "Reasons for replacement of Class II amalgam restoration in private practice", Swed. Dent. J. 14, (1990), 179-184.

9. Altınbulak (Çankaya) H., Ergül N., Okşan T., "Amalgam dolguların değiştirilme nedenleri ve sıklığı üzerine klinik bir çalışma", Ege Dişhekimliği Fakültesi Dergisi, 15, (1994), 91-97.
10. American Dental Association Council on Dental Materials, Instruments and Equipment, "Status report on posterior composites", J. Am. Dent. Assoc., 107, (1983), 74-76.
11. Araki K., Endo A., Okano T., "An objective comparison of four digital intra-oral radiographic systems: sensitometric properties and resolution", Dentomaxillofacial Radiology, 29, (2000), 76-80.
12. Ash M.M., Avery J.K., Ramjford S.P., Rowe N.H., "Principles and Practice of Operative Dentistry", Philadelphia, Lea & Febiger, 1975, 27.
13. Aydın Ü., Alasya D., "Dişhekimliğinde Direkt Dijital Radyografi", Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 8, 2, (1998), 78-84.
14. Benn DK., "Radiographic caries diagnosis and monitoring", Dentomaxillofac. Radiol. 23, (1994), 69-72.
15. Borg E., Gröndahl H.G., "Endodontic measurements in digital radiographs acquired by a photostimulable storage phosphor system", Endod. Dent. Traumatol., 12, (1996), 20-24.
16. Borg E., Gröndahl K., Gröndahl HG., "Marginal bone level buccal to mandibular molars in digital radiographs from Charge-coupled devices and storage phosphor systems: an *in vitro* study", J. Clin. Periodontol., 24, (1997), 306-312.
17. Boyd M.A., Richardson A.S., "Frequency of amalgam replacement in general dental practice", J. Can. Dent. Assoc. 10, (1985), 763-766.
18. Brooks S.L., Miles D.A., "Advances in diagnostic imaging in dentistry", Dent. Clin. North Am., 37, (1993), 91-111.
19. Bullman J., "Sensitivity and Specificity", Evidence-Based Dentistry, (1999), 18-19.
20. Bulucu B., Yoldaş O., Sevilmiş H.H., "Amalgam ve kompozit restorasyonlarda değişim nedenleri üzerine bir araştırma", Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg., 9, 1, (1999), 25-29.

21. Cederberg R.A., Frederiksen N.L., Benson B.W., Shulman J.D., "Effect of different background lighting conditions on diagnostic performance of digital and film images", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 27, (1998), 293-297.
22. Cederberg R.A., Frederiksen N.L., Benson B.W., Shulman J.D., "Influence of the digital image display monitor on observer performance", *Dentomaxillofac. Radiology*, 28, (1999), 203-207.
23. Cederberg R.A., Tidwell E., Fredericksen N.L. et al. "Endodontic working length assessment: Comparison of storage phosphor digital imaging and radiographic film", *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 85, (1998), 325-328.
24. Cengiz T., "Endodonti", 3.baskı, Barış Yayınları Fakülteler Kitapevi, Bornova, İzmir, 1990; 129-131.
25. Creanor S.L., Awawdeh L.A., Saunders W.P., Foye R.H., Gilmour W.H., "The effect of a resin-modified glass ionomer restorative material on artificially demineralised dentine caries *in vitro*", *Journal of Dentistry*, 26, (1998), 527-531.
26. Çankaya H., Gürdal P., Tuğsel Z., "Kök kanal boyunun saptanmasında RVG ile konvansiyonel radyografinin etkilerinin *in vitro* olarak karşılaştırılması", *Atatürk Üni. Dişhek. Fak. Derg.*, 4, 2, (1994), 10-15.
27. Dagenais M., Clark B., "Receiver operating characteristics of Radio VisioGraphy", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 79, (1995), 238-245.
28. Douglass C.W., Valachovic R.W., Wijesinha A., et al., "Clinical efficacy of dental radiography in the detection of dental caries and periodontal disease", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 62, (1986), 330-9.
29. Dove S., McDavid W., "A comparison of conventional intraoral radiography and computer imaging techniques for the detection of proximal surface dental caries", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 21, (1992), 127-134.
30. Duncan R., Heaven T., Weems R., et al., "Using computers to diagnose and plan treatment of approximal caries detected in radiographs", *J. Am. Dent. Assoc.*, 126, (1995), 873-882.



31. Ekstrand K.R., Qvist V., Thylstrup A., "Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces", *Caries Res.*, 21, (1987), 368-374.
32. Ergül N., "Arayüz çürüklerinin radyografik olarak saptanmasında görüntü kalitesinin etkisi", Doktora tezi, İzmir, 1996, 16-17.
33. Eriksen H.M., Bjertness E., Hansen B.F., "Cross-sectional clinical study of quality of amalgam restorations, oral health and prevalence of recurrent caries", *Community Dent. Oral Epidemiol.*, 14, (1986), 15-8.
34. Espelid I., "The influence of viewing conditions on observer performance in dental radiology", *Acta Odontol. Scand.*, 45, (1987), 153-161.
35. Espelid I., Tveit A.B., "Diagnosis of secondary caries and crevices adjacent to amalgam", *Int. Dent. J.*, 41, (1991), 359-364.
36. Espelid I., Tveit A.B., Erickson R.L., Keck S.C., Glasspoole E.A., "Radiopacity of restorations and detection of secondary caries", *Dent. Mater.*, 7, (1991), 114-117.
37. Forgie A.H., Pine C.M., Pitts N.B., "The use of magnification in a preventive approach to caries detection", *Quintessence Int.*, 33, (2002), 13-16.
38. Furkart A.J., Dove B., McDavid W.D., Nummikoski P., Matteson S., "Direct digital radiography for the detection of periodontal bone lesions", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 74, (1992), 652-660.
39. Goaz P.V., White S.C., "Oral Radiology Principles and Interpretation", second ed, The C.V. Mosby Company, St. Louis, 1987, 397-405.
40. Goaz P.V., White S.C., "Oral Radiology: Principles and Interpretation", 3rd edn., Mosby, St. Louis, 1994; 266-290.
41. Goshima T., "The radiopacity of composite restorative materials", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 15, (1986), 37-40.
42. Goshima T., Goshima Y., "Optimum radiopacity of composite inlay materials and cements", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 72, (1991), 257-260.
43. Goshima T., Goshima Y., "Radiographic detection of recurrent carious lesions with associated with composite restorations", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 70, (1990), 236-239.

44. Goshima T., Goshima Y., "The optimum level of radiopacity in posterior composite resins", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 18, (1989), 19-21.
45. Gotfredsen E., Wenzel A., Gröndahl H.G., "Observer's use of image enhancement in assessing caries in radiographs taken by four intra-oral digital systems", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 25, (1996), 34-8.
46. Gratt B.M., White S.C., Bauer J.G., "A clinical comparison between xeroradiography and film radiography for the detection of recurrent caries", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 65, (1988), 483-9.
47. Gröndahl H.-G., "Radiographic assessment of caries and caries progression" In, "Quality Evaluation of Dental Restorations", Anusavice K.J., Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, Illinois., 1989, 151-167.
48. Günyaktı N., Gür G., Yaraş S., Ersöz E., "Kompozit restoratif materyallerdeki radyopasitenin *in-vitro* olarak incelenmesi", *Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 20, 1, (1993), 79-83.
49. Hals E., Andreassen B.H., Bie T., "Histopathology of natural caries around silver amalgam fillings", *Caries Res.*, 8, (1974), 343-358.
50. Hausmann E., Allen K., Christersson L., Genco R., "Effect of X-ray beam vertical angulation on radiographic alveolar crest level measurement", *Journal of Periodontal Research*, 24, (1989), 8-19.
51. Hildebolt C.F., Couture R.A., Whiting B.R., "Dental photostimulable fosfor radiography" *The Dental Clinics of North America*, 44, 2, (2000), 273-297.
52. Hildebolt C.F., Fletcher G., Yokoyama-Crothers N., Conover G.L., Vannier M.W., "A comparison of the response of storage phosphor and film radiography to small variations in X-ray exposure", *Dentomaxillofacial Radiology*, 26, (1997), 147-151.
53. Hildebolt C.F., Zerbolio D.J., Shrout M.K., Ritzi S., Gravier M.J., "Radiometric classification of alveolar bone health", *J. Dent. Res.*, 71, (1992), 1594-97.
54. Hintze H., Wenzel A., Frydenberg M., "Accuracy of caries detection with four storage phosphor systems and E-speed radiographs", *Dentomaxillofacial Radiology*, 31, (2002), 170-175.

55. Hintze H., Wenzel A., Jones C., "*In vitro* comparison of D-and E-speed film radiography, RVG, and Visualix digital radiography for the detection of enamel approximal and dentinal occlusal caries lesions", *Caries Res.*, 28, (1994), 363-367.
56. Holtzman D.J., Johnson W.T., Southard T.E., et al., "Storage-Phosphor computed radiography versus film radiography in the detection of pathologic periradicular bone loss in cadavres", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 86, (1998), 90-97.
57. International Standards Organisation. ISO: DP 4049, "Dental resin based restorative materials", (1985), 6:10.
58. Kaepler G., Vogel A., Krcmar D.A., "Intra-oral storage phosphor and conventional radiography in the assessment of alveolar bone structures", *Dentomaxillofacial Radiology*, 29, (2000), 362-367.
59. Kandemir S., "The radiographic investigation of the visibility of secondary caries adjacent to the gingiva in class II amalgam restorations", *Quintessence international*, 28, 6, (1997), 387-392.
60. Kang B.C., Farman A.G., Scarfe W.L., Goldsmith L.J., "Observer differentiation of proximal enamel mechanical defects versus natural proximal dental caries with computed dental Radiography", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 82, (1996), 459-465.
61. Kang B.C., Goldsmith L.J., Farman A.G., "Observer differentiation of mechanical defects versus natural dental caries cavitations on monitor-displayed images with imaging plate readout", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 86, 5, (1998), 595-600.
62. Kelsey W.P. III, Franco S.J., Blankenau R.J., Cavel W.T., Barmerier W.W., "Caries as a cause of restoration replacement: a clinical survey", *Quintessence Int.*, 9, (1981), 1-9.
63. Kidd E.A., Beighton D., "Prediction of secondary caries around tooth-coloured restorations: a clinical and microbiological study", *J. Dent. Res.*, 12, (1996), 1942-1946.

64. Kidd E.A., Joyston-Bechal S., Beighton D., "Marginal ditching and staining as a predictor of secondary caries around amalgam restorations: a clinical and microbiological study", *J. Dent. Res.*, 5, (1995), 1206-1211.
65. Kidd E.A.M., "Caries Diagnosis within restored teeth, In: Quality Evaluation of dental restorations", Anusavice K.J., Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, Illinois., 1989, 111-121.
66. Kidd E.A.M., "Caries diagnosis within restored teeth", *Adv. Dent. Res.*, 4, (1990), 10-13.
67. Kidd E.A.M., "Caries diagnosis within restored teeth", *Oper. Dent.*, 14, (1989), 149-158.
68. Kidd E.A.M., Joyston-Bechal S., Beighton D., "Diagnosis of secondary caries: a laboratory study", *Br. Dent. J.*, 176, (1994), 135-139.
69. Kidd E.A.M., O'Hara J.W., "The caries status of occlusal amalgam restorations with marginal defects", *J. Dent. Res.*, 69, (1990), 1275-1277.
70. Kidd E.A.M., Pitts N.B., "A reappraisal of the value of bitewing radiograph in the diagnosis of posterior approximal caries", *Br. Dent. J.*, 169, (1990), 195-200.
71. Kidd E.A.M., Toffenetti F., Mjör I.A., "Secondary caries", *Int. Dent. J.*, 42, (1992), 127-138.
72. Kitagawa H., Farman A.G., Scheetz J.P., et al., "Comparison of three intra-oral storage phosphor systems using subjective image quality", *Dentomaxillofacial Radiology*, 29, (2000), 272-276.
73. Kroeze H.J.P., Plasschaert A.J.M., Van't Hof M.A., Truin G.J., "Prevalance and need for replacement of amalgam and composite restorations in Dutch adults", *J. Dent. Res.*, 69, (1990), 1270-1274.
74. Kroeze H.J.P., Rviken M.H.M., van't Hof M.A., "Evaluation of an indirect method for assesing the quality of amalgam restorations in epidemiological studies", *Community Dent. Oral Epidemiol.*, 16, (1988), 208-211.
75. Kullendorf B., Gröndahl K., Rohlin M., Henrikson C.O., "Subtraction radiography for the diagnosis periapical bone lesions", *Endod. Dent. Traumatol.*, 4, (1988), 253-259.

76. Kullendorf B., Nilsson M., "Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions. II Effects on diagnostic accuracy after application of image processing", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 82, (1996), 585-589.
77. Langlais R.P., Bricker S.L., Cottone J.A., Baker B.R., "Oral Diagnosis, Oral Medicine and Treatment Planning", W.B. Saunders Company., (1984), 65-86.
78. Lavelle C.L.B, Wu C.-J., "When will excellent radiographic images be available to the general dental office?", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 23, (1994), 183-91.
79. Lavelle C.L.B., "A cross-sectional longitudinal survey into the durability of amalgam restorations", *J. Dent.*, 4, (1976), 139-43.
80. Leinfelder K.L., "Posterior composite resins", *J. Am. Dent. Assoc.*, 117, (spec. Issue), (1988), 21-6 (E).
81. Lomçalı G., "Oral Diagnoz ve Radyoloji Ders Notları 1", Bornova, İzmir, (1997), 83-88, 112-114.
82. Lundeen R.C., McDavid W.D., Barnwell G.M., "Proximal surface caries detection with direct exposure and rare earth screen/film imaging", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 66, (1988), 734-745.
83. Lutz F., Phillips R.W., Roulet J.F., Setcos J.C., "*In vivo* and *in vitro* wear of potential posterior composites", *J. Dent. Res.*, 63, (1984), 914-920.
84. Matsumura H., Sueyoshi M., Tanaka T., Atsuta M., "Radiopacity of dental cements", *American Journal of Dentistry*, 6, 1, (1993), 43-45.
85. Matteson S.R., Phillips C., Kantor M.L., Leinedecker T., Hill C., "The effect of lesion size, restorative material, and film speed on the detection of recurrent caries", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 68, (1989), 232-7.
86. Merrett M.C.W., Elderton R.J., "An *in vitro* study of restorative dental treatment decisions and dental caries", *Br. Dent. J.*, 157, (1984), 128-133.
87. Miles D.A., "Imaging using solid-state detectors", *Dent. Clin. North Am.*, 37, 4, (1993), 531-540.

88. Mjör I.A., "Amalgam and composite resin restorations: Longevity and reasons for replacement, In: Anusavice K.J., Quality Evaluation of Dental Restorations", Quintessence Publishing Co., Chicago, IL, (1989), 61-68.
89. Mjör I.A., "Frequency of secondary caries at various anatomical locations", *Oper. Dent.*, 10, (1985), 88-92.
90. Mjör I.A., "Placement and replacement of restorations", *Oper. Dent.*, 6, (1981), 49-54.
91. Moystad A., Svanaes D.B., Risnes S., Larheim T.A., Gröndahl H.-G., "Detection of approximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental X-ray film", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 25, (1996), 202-206.
92. Nair M.K., Tyndall D.A., Ludlow J.B., May K., "Tuned aperture computed tomography and detection of recurrent caries", *Caries Res.*, 32, (1998), 23-30.
93. Nair M.K., Tyndall D.A., Ludlow J.B., May K., Ye F., "The effects of restorative material and location on the detection of simulated recurrent caries. A comparison of dental film, direct digital radiography and tuned aperture computed tomography", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 27, 2, (1998), 80-84.
94. Naitoh M., Yuasa H., Toyama M., et al., "Observer agreement in the detection of proximal caries with direct digital intraoral radiography", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 85, (1998), 107-12.
95. Nummikoski P.V., Martinez T.S., Matteson S.R., Mc David W.D., Dove S.B., "Digital subtraction radiography in artificial recurrent caries detection", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 21, (1992), 59-64.
96. O'Brien W.J., "Dental Materials and Their Selection", Second Edition, Carol Stream, IL, Quintessence Publishing Co, Inc, 1997, 151-167.
97. Omer O.E., Wilson N.H.F., Watts D.C., "Radiopacity of posterior composite", *J. Dent.*, 14, (1986), 178-179.
98. Önal B., "Restoratif Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi", İzmir, Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları No:15, 2001, 3-6.

99. Parks E., Miles D., Van Dis M., et al., "Effects of filtration, collimation, and target-receptor distance on artificial approximal enamel lesion detection with the use of Radio VisioGraphy", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 77, (1994), 419-426.
100. Podshadley A.G., Gullet C.E., "Is radiographic examination a reliable method of detecting caries under old restorations?", *J. Am. Dent. Assoc.*, 99, (1979), 603-604.
101. Prevost A.P., Forest D., Tanguay R., DeGrandmont P., "Radiopacity of glass ionomer dental materials", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 70, (1990), 231-235.
102. Qvist J., Qvist V., Mjör I.A., "Placement and longevity of amalgam restorations in Denmark", *Acta Odontol. Scand.*, 48, (1990), 297-303.
103. Qvist V., Thylstrup A., Mjör I.A., "Restorative treatment pattern and longevity of amalgam restorations in Denmark", *Acta Odontol. Scand.*, 44, a, (1986), 343-349.
104. Qvist V., Thylstrup A., Mjör I.A., "Restorative treatment pattern and longevity of resin restorations in Denmark", *Acta Odontol. Scand.*, 44, b, (1986), 351-356.
105. Richardson A.S., Boyd M.A., "Replacement of silver amalgam restorations by 50 dentists during 246 working days", *J. Can. Dent. Assoc.*, 8, (1973), 556-559.
106. Rudolph M.P., van Amerongen J.P., Penning C.H., ten Cate J.M., "Validity of bite-wings for diagnosis of secondary caries in teeth with occlusal amalgam restorations *in vitro*", *Caries Res.*, 27, (1993), 312-316.
107. Russel M., Pitts N.B., "Radiovisiographic diagnosis of dental caries: initial comparison of basic mode videoprints with bitewing radiography", *Caries Res.*, 27, 1993, 65-70.
108. Rytömaa I., Murtomaa H., Turtola L., Lind K., "Clinical assessment of amalgam fillings", *Community Dent. Oral Epidemiol.*, 12, (1984), 169-172.

109. Sanderink G.C.H., Miles D.A., "Intraoral detectors: CCD, CMOS, TFT, and other devices", *Dental Clinic. North America*, 44, 2, (2000), 249-255.
110. Schmage P., Pfeiffer P., Nergiz I., Platzer U., "Analysis of digital image clarity for clinical purposes", *Journal of Marmara Univ. Dent. Fac.*, 3, 2, (1999), 931-939.
111. Sewerin I., "Radiographic identification of simulated caries lesions in relation to fillings with Adaptic Radiopaque", *Scand. J. Dent. Res.*, 88, (1980), 377-381.
112. Shah P.M.M., Sidhu S.K., Chong B.S., Pitt Ford T.R., "Radiopacity of resin-modified glass ionomer liners and bases", *J. Prosthet. Dent.*, 77, (1997), 239-242.
113. Shearer A.C., Horner K., Wilson N.H.F., "RadioVisioGraphy for length estimation in root canal treatment: an *in vitro* comparison with conventional radiography", *Int. Endod. J.*, 24, (1991), 233-239.
114. Shrout M.K., Russel C.M., Potter B.J., Powell B.J., Hildebolt C.F., "Digital enhancement of radiographs: can it improve caries diagnosis?", *JADA*, 127, (1996), 469-473.
115. Silverstone L.M., "Relationship of macroscopic, histological, and radiographic appearance of interproximal lesions in human teeth: *in vitro* study using artificial caries technique", *Pediatr. Dent.*, 3, (1982), 414-22.
116. Stassinakis A., Bragger U., Stojanovic M., et al., "Accuracy in detecting bone lesions *in vitro* with conventional and subtracted images", *Dentomaxillofac. Radiol.*, 24, (1995), 232-237.
117. Stookey G.K., Jackson R.D., Zandona A.G.F., Analoui M., "Dental Caries Diagnosis", *Dental Clinics of North America*, 43, 4, (1999), 665-677.
118. Sümer P., Akgünlü F., Kansu Ö., "X-ışını açılmalarının farklı boyutlardaki sekonder çürükler üzerine etkisi", *Selçuk Üniv. Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 8, 1, (1998), 23-27.
119. Svanaes D.B., Moystad A., Risnes S., Larheim T.A., Gröndahl H.-G., "Intra-oral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification: Comparison with conventional



- radiography”, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 82, (1996), 94-100.
120. Syriopoulos K., Sanderink G.C.H., Velders X.L., van der Stelt P.F., “Radiographic detection of approximal caries: a comparison of dental films and digital imaging systems”, *Dentomaxillofacial Radiology*, 29, (2000), 312-318.
121. Syriopoulos K., Sanderink G.C.H., Velders X.L., van Ginkel F.C., van der Stelt P.F., “The effects of developer age on diagnostic accuracy: a study using assessment of endodontic file length”, *Dentomaxillofac Radiol*, 28, (1999), 311-315.
122. Tirell B.C., Miles D.A., Brown C.E. JR, Legan J.J., “Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging”, *J. Endod.*, 22, (1996), 74-8.
123. Turgut E., “Paralel film çekme metodu”, *Hacettepe Dişhekimliği Dergisi*, 1, 3, (1977), 207-212.
124. Tveit A.B., Espelid I., “Class II amalgams: interobserver variations in replacement decision and diagnosis of caries crevices”, *Int. Dent. J.*, 42, (1992), 12-18.
125. Tveit A.B., Espelid I., “Radiographic diagnosis of caries and marginal defects in connection with radiopaque composite fillings”, *Dent. Mater.*, 2, (1986), 159-162.
126. Tyndall D.A., Kapa S.F., Bagnell C.P., “Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region”, *J., Endod.*, 4, (1990), 173-178.
127. Üçtaşlı S., Öztaş B., Öztaş D., “Kompozit rezin esaslı yapıştırma simanlarının radyopasitelerinin değerlendirilmesi”, *Atatürk Üniv. Dişhek. Fak. Derg.*, 8, 1, (1998), 15-18.
128. Van der Stelt P.F., “Principles of digital imaging”, *Dental Clinics North America*, 44, 2, (2000), 237-248.
129. Van Dijken J.W.V., Wing K.R., Ruyter I.E., “An evaluation of the radiopacity of composite restorative materials used in Class I and Class II cavities”, *Acta Odontol. Scand.*, 47, (1989), 401-407.

130. Vandre R.H., Webber R.L., "Future trends in dental radiology", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 80, (1995), 471-478.
131. Versteeg C.H., Sanderink G.C.H., Van Der Stelt P.F., "Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry", *J. Dent.*, 25, (1997), 215-224.
132. Versteeg C.H., Sanderink G.C.H., van Ginkel F.C., van der Stelt P.F., "Effects of calibration and automatic greyscale adjustment on detectability of simulated bone lesions using a storage phosphor system", *Dentomaxillofacial Radiology*, 27, (1998), 240-244.
133. Versteeg K.H., Sanderink G.C.H., Van Ginkel F.C., Van Der Stelt P.F., "Estimating distances on direct digital images and conventional radiographs", *J. Am. Dent. Assoc.*, 128, (1997), 439-443.
134. Wenzel A., Borg E., Hintze H., et al., "Accuracy of caries diagnosis in digital images from charged-coupled device and storage phosphor systems: an *in vitro* study", *Dentomaxillofac. Rad.*, 24, (1995), 250-254.
135. Wenzel A., "Digital imaging for dental caries", *Dental Clinics of North America*, 44, 2, (2000), 319-338.
136. Wenzel A., "Digital radiography and caries diagnosis", *Dentomaxillofacial Radiology*, 27, (1998), 3-11.
137. Wenzel A., Fejerskov O., "Validity of diagnosis of questionable caries lesions in occlusal surfaces of extracted third molars", *Caries Res.*, 26, (1992), 188-194.
138. Wenzel A., Frandsen E., Hintze H., "Patient discomfort and cross-infection control in bite-wing examination with a storage phosphor plate and a CCD-based sensor", *J. Dent.*, 27, (1999), 243-246.
139. Wenzel A., Gröndahl H.-G., "Direct digital radiography in the dental office", *Int. Dent. J.*, 45, (1995), 27-34.
140. Wenzel A., Hintze H., "Perception of image quality in direct digital image quality after application of various image treatment filters for detectability of dental disease", *Dentomaxillo. Radiol.*, 22, (1993), 131-134.

141. Wenzel A., Hintze H., Horsted-Bindsley P., "Accuracy of radiographic detection residual caries in connection with tunnel restorations", *Caries Res.*, 32, (1998), 17-22.
142. Wenzel A., Hintze H., Mikkelsen L., Mouyen F., "Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. A comparison of conventional film radiographs, digitized film radiographs, and RadioVisioGraphy", *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 72, (1991), 621-626.
143. Wenzel A., Larsen M.J., Fejerskov O., "Detection of occlusal caries without cavitation by visual inspection, film radiographs, xeroradiographs, and digitized radiographs", *Caries Res.*, 25, (1991), 365-371.
144. Whaites E., Brown J., "An update on dental imaging", *Br. Dent. J.*, 185, (1998), 166-172.
145. White S., Yoon D., "Comparative performance of digital and conventional images for detecting proximal surface caries", *Dentomaxillofacial Radiology*, 26, (1997), 32-38.
146. Yaraş S., "Standardize Paralel, Bite-Wing, Açortayı Tekniklerinin Periodontal Klinik Muayene ile Karşılaştırılması", Ankara, 1990, 2-35.
147. Yokota E.T., Miles D.A., Newton C.W., Brown C.E.JR., "Interpretation of periapical lesions using Radio VisioGraphy", *J. Endod.*, 20, (1994), 490-494.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

1973, Ankara doğumluyum. İlköğrenimimi Aydın Güzelhisar İlkokulunda tamamladıktan sonra orta öğrenimime Aydın Lisesi'nde devam ettim ve 1989 yılında mezun oldum. 1990 yılında başladığım Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesinden 1995 yılında mezun oldum. 1996 yılında dil öğrenmek ve özel bir dişhekimliği kliniğinde gözlemci olmak üzere 7 ay süre ile Amerika'nın NewYork eyaletinin Oneonta şehrinde ve NewYork City'de bulundum. Yine 1996 yılında Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilimdalı'nda doktora programına başladım. 1999 yılında araştırma görevlisi kadrosuna atandım. Bekarım.

Semanur Dinçer