

**T. C.
GENELKURMAY BAŐKANLIĐI
GÜLHANE ASKERİ TIP AKADEMİSİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORAL DİAGNOZ VE RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ÇÜRÜK TANISININ FARKLI YÖNTEMLERLE İN VİTRO
KOŞULLARDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

Buğra şENEL
Diş Tbp. Yzb.

DOKTORA TEZİ

**ANKARA
2009**

T. C.
GENELKURMAY BAŐKANLIĐI
GÜLHANE ASKERİ TIP AKADEMİSİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORAL DİAGNOZ VE RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

ÇÜRÜK TANISININ FARKLI YÖNTEMLERLE İN VİTRO
KOŞULLARDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Buğra şENEL
Diş Tbp. Yzb.

Gülhane Askeri Tıp Akademisi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün
Oral Diagnoz ve Radyoloji Programı İçin Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
olarak hazırlanmıştır

TEZ DANIşMANI
C. Özlem Üçok
Doç. Diş Tbp. Alb.

Ankara
2009

GATA Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,
"Çürük Tanısının Farklı Yöntemlerle İn Vitro Koşullarda
Değerlendirilmesi" konulu çalışma jürimiz tarafından Oral Diagnoz ve
Radyoloji Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez danışmanı : Doç. Diş Tbp. Alb. C. Özlem ÜÇÖK
GATA Oral Diag. ve Rady. AD.

Üye : Prof. Diş Tbp. Kd. Alb. Kemal KARAKURUMER
GATA Oral Diag. ve Rady. AD.

Üye : Prof. Dr. Candan S. Paksoy
A. Ü. Diş Hek. Fak. Oral Diag. ve Rady. AD.

Üye : Doç. Diş Tbp. Kd. Alb. Tuncer ÖZEN
GATA Oral Diag. ve Rady. AD.

Üye : Doç. Diş Tbp. Kd. Alb. Necdet DOĞAN
GATA Ağız Diş ve Çene Hastalıkları Cerrahisi AD.

ONAY:

Diş Tbp. Yzb. Buğra Şenel' in 26.06.2009 tarihinde savunduğu bu tez
Akademi Kurulu'nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun
görölmüş ve kabul edilmiştir.

M. Tahir ÜNAL
Prof. Tbp. Tuğg.
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Gühane Askeri Tıp Akademisi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kurulu' nun 08 ŞUBAT 2008 gün ve 188 sayılı kararı gereği Oral Diagnoz ve Radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanlığında yapılmıştır.

Bu çalışmada çürük tanısının farklı yöntemlerle in vitro koşullarda değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Doktora eğitimim boyunca ve tez çalışmamın tüm aşamalarında eğitimime katkıda bulunan, hiç bir zaman yardımını esirgemeyen, tecrübe ve bilgileriyle destek olan ve moral veren tez danışmanım Sayın Doç. Diş Tbp. Alb. C. Özlem ÜÇÖK'a,

Hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, bizi daima cesaretlendiren, Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Doç. Diş Tbp. Kd. Alb. Tuncer ÖZEN'e,

Çalışmalarım sırasında bilgilerinden, fikirlerinden ve deneyimlerinden son derece yararlandığım Sayın Prof. Diş Tbp. Kd. Alb. Kemal KARAKURUMER'e,

Çalışmam sırasında dental volumetrik tomografi görüntülerinin elde edilmesi aşamasında destek olan Sayın Dr. İlker CEBECİ'ye,

Tezin istatistiksel analizlerinin yapılmasındaki katkılarından dolayı A. Ü. Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD. Arş. Gör. Sayın Selcen YÜKSEL'e,

Doktora programım süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Oral Diagnoz ve Radyoloji AD.'nın değerli personeline, doktora eğitimimin çeşitli dönemlerinde bana gönülden sağladıkları bilgi ve yardımlarından dolayı tüm çalışma arkadaşlarıma ve her zaman yanımda olan tüm dostlarıma,

Benden desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Arife ŞENEL, kızım Ayça ŞENEL ve annem F. Rezan ŞENEL'e minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Buğra ŞENEL

ÖZET

Çürük Tanısının Farklı Yöntemlerle İn Vitro Koşullarda Değerlendirilmesi

Diş çürüklerini mümkün olduğunca erken safhalarda ortaya çıkarabilmek için çürük teşhis yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalar günümüzde de çok önemlidir.

Bu çalışmanın amacı in vitro koşullarda arka grup dişlerde ara yüz çürüklerinin teşhisinde gözle muayene, konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve dental volumetrik tomografi tekniklerini kullanarak yapılan skorlamaların histolojik değerlendirme kriterleri ile karşılaştırılarak incelenmesidir.

Çalışmada, değişik seviyelerde ara yüz çürüğü olan iki yüz elli adet daimi diş kullanılmıştır. Dişler beşerli gruplar halinde ara yüzeyleri anatomik kontak oluşturacak şekilde akril bloklara gömülmüştür. Blokların ortasında yer alan üç dişin mezyal ve distal yüzleri ara yüz çürüğü açısından değerlendirilmiştir.

Ara yüz çürüklerinin gerçek derinliğini saptamak amacıyla hassas kesim cihazı kullanılarak dişlerden mezyal ve distal yönde ortalama 400 mikron kalınlığında histolojik kesitler alınmıştır. Alınan histolojik kesitler çalışmayı yürüten diş hekimi ve histoloji uzmanı tarafından değerlendirilerek altın standart oluşturulmuştur.

Üç akademisyen diş hekimi değerlendirmelerinin arasında iki hafta süre olacak şekilde değerlendirmelerini iki kez belirtilen çürük skalasına göre yapmışlardır: 0- Ara yüzde çürük yok, 1- Ara yüzde minede yer alan çürük, 2- Ara yüzde mine-dentin birleşimini içeren veya dentin kalınlığının $\frac{1}{2}$ dış yüzeyinde yer alan çürük, 3- Ara yüzde dentin kalınlığının $\frac{1}{2}$ iç yüzeyinde yer alan çürük.

Çalışmada yer alan metotlar receiver operating characteristic (ROC) analiziyle teşhis doğrulukları açısından değerlendirilmiştir. Her bir teşhis yöntemi için elde edilen Az değerlerinin ikili karşılaştırmalarında t-testi kullanılmış ve bu ikili karşılaştırmalar için Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır.

Yapılan bu ikili karşılaştırmalar sonucunda ise teşhis yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmada kullanılan yöntemlerin teşhiste istatistiksel olarak birbirine üstünlüğü bulunmamakla beraber her üç gözlemci de tüm teşhis yöntemlerinde en fazla doğrulukta çürüksüz dişleri, ikinci olarak ise dentinin $\frac{1}{2}$ iç kısmında yer alan çürükleri teşhis etmişlerdir. Üç gözlemcinin teşhiste en fazla zorlandıkları, mine ile dentinin $\frac{1}{2}$ dış kısmında yer alan çürükler olmuştur. Gözlemcilerin mine çürüklerini teşhiste, en fazla doğrulukta yanıt verdikleri radyografik yöntem yarı direkt dijital radyografi; dentinin $\frac{1}{2}$ dış kısmında yer alan çürükler için ise en fazla doğrulukla yanıt verdikleri yöntem konvansiyonel radyografidir. Dental volumetrik tomografi, kesitler halinde görüntü alınmasının avantajıyla dentinin $\frac{1}{2}$ iç kısmında yer alan çürüklerin teşhisinde doğruluk oranı en yüksek yöntem olmuştur.

Anahtar Kelimeler : Ara yüz çürüğü, konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi, dental volumetrik tomografi.

Yazar Adı : Diş Tbp. Yzb. Buğra ŞENEL

Danışman : Doç. Diş Tbp. Alb. C. Özlem ÜÇÖK

ABSTRACT

Evaluation of caries by using different diagnostic methods in vitro

Today, studies evaluating the effectiveness of diagnostic methods are very important for early caries detection.

The aim of this study was to assess in vitro the diagnostic value of visual inspection, conventional imaging, direct digital imaging, semi-direct digital imaging and dental volumetric tomography when compared to histological examination as gold standard for approximal caries detection in posterior teeth.

Two hundred and thirty extracted permanent posterior human teeth which had caries on their approximal surfaces with different depths were used in this study. Teeth were embedded in methyl methacrylate blocks forming anatomic contacts with 5 teeth in each. Three teeth in the middle of each block were assessed only.

Three academicians evaluated all methods twice within two weeks interval according to the following scale: 0- no caries, 1- caries in the outer layer of enamel, 2- caries in enamel-dentin junction or outer layer of dentin, 3- caries in the inner dentin.

Histological examination served as gold standard in order to determine accurate approximal caries depth. Consecutive sections of each tooth were obtained mesio-distally using a low speed saw. Thicknesses of these sections were nearly 400 micron. Histological sections were examined by using a high resolution scanner.

Diagnostic accuracy of each system was assessed by means of a receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. The areas under the ROC curves (A_z) which were obtained from each diagnostic method was analyzed by pair-wise comparisons of t-test and Bonferroni correction was made for those pair-wise comparisons. Comparisons of A_z scores showed no significant difference ($p > 0.05$) for the five diagnostic methods used.

The results of this study showed that the diagnostic performance of all methods were similar in detection of proximal caries. Besides, for all

observers, highest diagnostic accuracy was observed in sound teeth and the second highest diagnostic accuracy was observed in the inner dentin. Caries in the outer layer of enamel and in enamel-dentin junction or in the outer layer of dentin were most difficult to diagnose. However, best diagnosis of proximal caries in the outer layer of enamel were obtained by using semi-direct digital method and the highest correct diagnosis of proximal caries in enamel-dentin junction or in the outer layer of dentin were made by using conventional radiography. The highest correct diagnoses were made for caries in the inner dentin in dental volumetric tomography owing to cross-sectional images.

Keywords : Approximal caries, conventional radiography, direct digital radiography, semi-direct digital radiography, dental volumetric tomography.

Author : Diş Tbp. Yzb. Buğra ŞENEL

Counsellor : Doç. Diş Tbp. Alb. C. Özlem ÜÇÖK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
İNGİLİZCE ÖZET.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER.....	xii
TABLolar	xiv
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Diş Dokusunun Anatomik ve Histolojik Yapısı.....	2
2.1.1. Mine	2
2.1.2. Dentin.....	3
2.2. Çürük	4
2.2.1. Mine Çürüğü	9
2.2.2. Dentin Çürüğü	12
2.2.3. Ara Yüz Çürüğü	13
2.3. Diş Çürüğü Teşhisi İçin Kullanılan Metotlar.....	13
2.3.1. Görsel Muayene.....	13
2.3.2. Konvansiyonel Radyografik Muayene	14
2.3.3. Dijital Radyografi.....	19
2.3.3.1.Direkt Dijital Radyografi.....	20
2.3.3.2.İndirekt Dijital Rdayografi	27
2.3.4. Dental Volumetrik Tomografi.....	28
GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1. Gözle Muayene Yöntemi İle Dişlerin Değerlendirilmesi	30
3.2. Konvansiyonel Radyografi Tekniği İle Dişlerin Değerlendirilmesi....	32
3.3. Direkt Dijital Radyografi Tekniği İle Dişlerin Değerlendirilmesi.....	33
3.4. Yarı Direkt Dijital Radyografi Tekniği İle Dişlerin Değerlendirilmesi	34
3.5. Dental Volumetrik Tomografi İle Dişlerin Değerlendirilmesi	36
3.6. Histolojik Değerlendirme	38

3.7. İstatistiksel Analiz.....	40
BULGULAR.....	44
TARTIŞMA.....	61
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	72

ŞEKİLLER

Şekil No	Sayfa
3.1. Beşerli diş grupları halinde hazırlanan akril bloklar.	31
3.2. X ışını ünitesi.....	32
3.3. Konvansiyonel radyografi tekniği ile elde edilen radyografların Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2 d-Skor 3.	33
3.4. Diş bloklarının DDR görüntülerini elde etmekte kullanılan CCD sensörlü dijital görüntüleme sistemi.....	34
3.5. Direkt dijital radyografi tekniği ile elde edilen bilgisayar görüntülerinde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2 d-Skor 3.....	34
3.6. Dişlerin yarı direkt dijital görüntülerini elde etmek için kullanılan Digora Optime cihazı.....	35
3.7. Yarı direkt dijital radyografi tekniği ile elde edilen bilgisayar görüntülerinde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b- Skor 1, c- Skor 2 d-Skor 3.....	35
3.8. Dişlerin dental tomografi görüntülerini elde etmekte kullanılan Iluma Cone Beam CT cihazı	36
3.9. Iluma Cone Beam CT cihazı ile dişlerden elde edilen dental tomografi görüntüleri	37
3.10. Dental volumetrik tomografi ile elde edilen görüntülerde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2 d-Skor 3	37
3.11. Histolojik kesitleri hazırlamak için kullanılan Accutom-50 (Struers, Denmark) hassas kesme cihazı.....	38
3.12. Hassas kesim cihazıyla dişlerden alınan kesit örneği	39
4.1. Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 1'in sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi.	47
4.2. Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 2'nin sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi	48

4.3.	Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 3'ün sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi	49
4.4.	Histolojik kesitlere ait örnekler: a-Çürüksüz diş yüzeyi b-Minede çürük lezyonu c-Dentinin ½ dış kısmında yer alan çürük lezyonu d- Dentinin ½ iç kısmında yer alan çürük lezyonu .	50
4.5.	Çalışmaya dahil edilen dişlerin ara yüzeylerinde yer alan çürük tiplerine göre yüzde olarak dağılımı.	51
4.6.	Diş çürüklerinin değerlendirilmesinde gözlemcilerin gözle muayene, radyografik yöntemler ve volumetrik tomografideki doğru teşhislerinin karşılaştırılması	62

TABLolar

Tablo	Sayfa
3.1. Dişlerdeki çürük durumunun tespitinde gözle muayene yönteminde kullanılan değerlendirme skorları	31
3.2. Dişlerdeki çürük durumunun tespitinde konvansiyonel radyografi yöntemiyle alınan radyografların ve direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve dental tomografi yöntemiyle alınan görüntülerin değerlendirmesinde kullanılan skala.	32
3.3. Dişlerden elde edilen histolojik kesitleri değerlendirmek için kullanılan skala.....	40
3.4. Kappa istatistiğine göre uyum değerlendirmesi.....	43
4.1. Gözlem içi uyum değerlendirmelerinin ağırlıklandırılmış kappa test istatistiği sonuçları	45
4.2. Gözlemciler arası uyum değerlendirmelerinin ağırlıklandırılmış kappa test istatistiği sonuçları	45
4.3. Teşhis yöntemleri için gözlemci 1'in sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).	47
4.4. Teşhis yöntemleri için gözlemci 2'nin sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).....	48
4.5. Teşhis yöntemleri için gözlemci 3'ün sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).	49
4.6. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 1'in gözle muayene yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	51
4.7. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 2'nin gözle muayene yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	52
4.8. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 3'ün gözle muayene yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	52

4.9.	Gözle muayene yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	53
4.10.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 1'in konvansiyonel radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	53
4.11.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 2'nin konvansiyonel radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	54
4.12.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 3'ün konvansiyonel radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	54
4.13.	Konvansiyonel radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	55
4.14.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 1'in direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	55
4.15.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 2'nin direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	56
4.16.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 3'ün direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	56
4.17.	Direkt dijital radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	57
4.18.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 1'in yarı direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	57
4.19.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 2'nin yarı direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	58

4.20.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 3'ün yarı direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	58
4.21.	Yarı direkt dijital radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	59
4.22.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 1'in dental volumetrik tomografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	59
4.23.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 2'nin dental volumetrik tomografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	60
4.24.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 3'ün dental volumetrik tomografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	60
4.25.	Volumetrik tomografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

3D	: 3 Dimensional (3 Boyutlu)
ADC	: Analog to Dijital Conversion
ALARA	: As Low As Reasonably Achievable
Ag	: Gümüş
AUC	: Area Under The Curve (eğri altındaki alan)
CBCT	: Cone Beam Computer Tomography (konik ışınlı bilgisayarlı tomografi)
CCD	: Charge Coupled Device
CMOS	: Complementary Metal Oxide Semiconductor
CT	: Computer Tomography (bilgisayarlı tomografi)
DDR	: Direkt Dijital Radyografi
Dpi	: Dot per inch (çözünürlük)
DPU	: Display Processing Unit
Eu	: Europium
H	: Hidrojen
IgA	: İmmünglobülin A
IgG	: İmmünglobülin G
IgM	: İmmünglobülin M
LCBCT	: Limited Cone Beam Computer Tomography
LLP	: Line-Pair Plate
lp/mm	: Line pair per millimeter (her bir milimetredeki çizgi sayısı)
mA	: Miliamper
nm	: Nanometre
pH	: Asitlik değeri
PSP	: Photostimulable Fosfor Plak
PSPL	: Photostimulable Phosphor Luminescence
ROC	: Receiver Operating Characteristic (Karakteristik işlem eğrisi)
RVG	: Radiovisiography (radyovizyograf)
SP	: Storage Fosfor
µm	: Mikrometre

ŞEKİLLER

Şekil No	Sayfa
3.1. Beşerli diş grupları halinde hazırlanan akril bloklar.	31
3.2. X ışını ünitesi.....	32
3.3. Konvansiyonel radyografi tekniği ile elde edilen radyografların Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2 d-Skor 3.	33
3.4. Diş bloklarının DDR görüntülerini elde etmekte kullanılan CCD sensörlü dijital görüntüleme sistemi.....	34
3.5. Direkt dijital radyografi tekniği ile elde edilen bilgisayar görüntülerinde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2 d-Skor 3.....	34
3.6. Dişlerin yarı direkt dijital görüntülerini elde etmek için kullanılan Digora Optime cihazı.....	35
3.7. Yarı direkt dijital radyografi tekniği ile elde edilen bilgisayar görüntülerinde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b- Skor 1, c- Skor 2 d-Skor 3.....	35
3.8. Dişlerin dental tomografi görüntülerini elde etmekte kullanılan Iluma Cone Beam CT cihazı	36
3.9. Iluma Cone Beam CT cihazı ile dişlerden elde edilen dental tomografi görüntüleri	37
3.10. Dental volumetrik tomografi ile elde edilen görüntülerde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2 d-Skor 3	37
3.11. Histolojik kesitleri hazırlamak için kullanılan Accutom-50 (Struers, Denmark) hassas kesme cihazı.....	38
3.12. Hassas kesim cihazıyla dişlerden alınan kesit örneği	39
4.1. Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 1'in sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi.	47
4.2. Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 2'nin sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi	48

4.3.	Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 3'ün sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi	49
4.4.	Histolojik kesitlere ait örnekler: a-Çürüksüz diş yüzeyi b-Minede çürük lezyonu c-Dentinin ½ dış kısmında yer alan çürük lezyonu d- Dentinin ½ iç kısmında yer alan çürük lezyonu .	50
4.5.	Çalışmaya dahil edilen dişlerin ara yüzeylerinde yer alan çürük tiplerine göre yüzde olarak dağılımı.	51
4.6.	Diş çürüklerinin değerlendirilmesinde gözlemcilerin gözle muayene, radyografik yöntemler ve volumetrik tomografideki doğru teşhislerinin karşılaştırılması	62

TABLolar

Tablo	Sayfa
3.1. Dişlerdeki çürük durumunun tespitinde gözle muayene yönteminde kullanılan değerlendirme skorları	31
3.2. Dişlerdeki çürük durumunun tespitinde konvansiyonel radyografi yöntemiyle alınan radyografların ve direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve dental tomografi yöntemiyle alınan görüntülerin değerlendirmesinde kullanılan skala.	32
3.3. Dişlerden elde edilen histolojik kesitleri değerlendirmek için kullanılan skala.....	40
3.4. Kappa istatistiğine göre uyum değerlendirmesi.....	43
4.1. Gözlem içi uyum değerlendirmelerinin ağırlıklandırılmış kappa test istatistiği sonuçları	45
4.2. Gözlemciler arası uyum değerlendirmelerinin ağırlıklandırılmış kappa test istatistiği sonuçları	45
4.3. Teşhis yöntemleri için gözlemci 1'in sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).	47
4.4. Teşhis yöntemleri için gözlemci 2'nin sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).....	48
4.5. Teşhis yöntemleri için gözlemci 3'ün sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).	49
4.6. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 1'in gözle muayene yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	51
4.7. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 2'nin gözle muayene yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	52
4.8. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 3'ün gözle muayene yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	52

4.9.	Gözle muayene yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	53
4.10.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 1'in konvansiyonel radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	53
4.11.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 2'nin konvansiyonel radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	54
4.12.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 3'ün konvansiyonel radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	54
4.13.	Konvansiyonel radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	55
4.14.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 1'in direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	55
4.15.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 2'nin direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	56
4.16.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 3'ün direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	56
4.17.	Direkt dijital radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	57
4.18.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 1'in yarı direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	57
4.19.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 2'nin yarı direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	58

4.20.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, gözlemci 3'ün yarı direkt dijital radyografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması.	58
4.21.	Yarı direkt dijital radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	59
4.22.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 1'in dental volumetrik tomografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	59
4.23.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 2'nin dental volumetrik tomografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	60
4.24.	Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 3'ün dental volumetrik tomografi yönteminde verdiği yanıtların McNemar testi ile karşılaştırılması	60
4.25.	Volumetrik tomografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları	61

GİRİŞ

Ağız sağlığı yönünden günümüzdeki en önemli problemlerin başında diş çürükleri ve periodontal hastalıklar gelir. Yüzyıllardır diş çürüğünün insanları etkilediği bilinmesine rağmen günümüzde hala çürük insidansı yüksek seviyededir (1). Diş çürüğü, bugün popülasyonun % 95'ini etkileyen bir hastalıktır (2).

Diş hekiminin üstlendiği en önemli görevlerden birisi, dişlerde oluşan çürüklerin zamanında ve doğru olarak teşhis edilmesidir. Çürük derinliğini doğru olarak tespit edebilmek, tedavi planlamasını ve yapılacak olan restorasyonu belirlemede oldukça önemlidir (3). Mine-dentin sınırında ve dentinde tespit edilen lezyonların % 50'sinin çok hızlı ilerleme gösterdiği ve tespit edildikten sonraki 2-3 yıl içinde dolgu yapıldığı belirlenmiştir (4).

Koruyucu Diş Hekimliği'nin giderek önem kazandığı günümüzde, doğru tanıya ulaşmada, sağlıklı dokunun korunması ve hastaya gereksiz radyasyon uygulanmaması tartışmasız bir ilke olarak benimsenmektedir. Bu ilkedен hareketle araştırmacılar, yıllar boyu varolan yöntemleri daha iyiye, daha gelişmişe ulaştırma çabası içerisine girmişlerdir (5). Bu yüzden konvansiyonel tanı teknikleri ile yeni tekniklerin avantajlarının, dezavantajlarının ve tanı koyma yeterliliklerinin karşılıklı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Günümüzde çürük tanısı amacı ile kullanılan birçok yöntem vardır. Bunlardan en sık kullanılanları sondla, gözle muayene ve konvansiyonel radyografi yöntemleridir. Yapılan birçok araştırma %25'ten %42'ye varan oranlarda, klinik muayene sonucu fark edilmemiş çürüğe işaret etmektedir (2, 6-8). Bu durum dikkate alındığında, ara yüz çürük lezyonlarının klinik muayene ile saptanma güçlüğü radyografik değerlendirmeyi zorunlu kılar. Radyografik değerlendirmeden kaçınıldığında ise çürüklerin teşhisi gecikecek ve yapılacak dolgu işlemleri sonrası, sağlıklı dokunun bütünlüğü bozulacaktır (5).

GENEL BİLGİLER

Diş çürükleri, dişin organik yapısının yıkımı ve inorganik kısmının demineralizasyonu ile karakterize, dişlerin kalsifiye dokularının kronik, enfeksiyöz bir hastalığıdır (9, 10).

Çürüğün belirtilerinin ya da toplam diş hasarının saptanabilmesi için öncelikle sağlam diş dokusunun anatomik ve histolojik yapısının bilinmesi gerekir.

2.1. Diş Dokusunun Anatomik ve Histolojik Yapısı

2.1.1. Mine

Diş minesi bütün omurgalı canlılarda olduğu gibi insan vücudunda da bulunan en sert biyolojik dokusu olup yüksek oranda inorganik madde içerir (8, 9, 11, 12). Minenin sertliği kuvars sertliğine yakındır ve yaklaşık olarak 365-396 knobb'dur (9, 13). Kalınlığı, dişlerin kesici kenarlarında 2 mm, premolar dişlerin tüberküllerinde 2.3-2.5 mm, molar dişlerin tüberküllerinde ise 2.5-3 mm dir. Kule bölgesinde ise minenin kalınlığı 100 µm'den daha azdır (9, 14).

Diş minesi hacim olarak, %86 mineral, %2 organik materyal ve %12 oranında su ihtiva eder (9, 12). Ağırlık olarak ise % 96'sı mineralize ya da inorganik materyal, %1'i organik materyal ve % 3'ü sudan oluşmuştur (11). Diş minesi elektronlardan, atomlardan, kristallerden ve prizmalardan meydana gelmiştir. Damar ve sinir içermediği için, travma sonucu meydana gelen bir kırılmada kendi kendini tamir etme yeteneğine sahip değildir (11).

Minenin anatomik yapısı mikroskop altında incelendiğinde basamaklı bir yapıda olduğu görülür. Bu basamaklar belli bir düzen içinde tabaka tabaka mineralizasyon olduğunu gösterir (9, 12).

Diş minesinin kristalleri gayet düzenli sıralanmış bir yapıya sahiptir. Olgun bir mineda kristal yapıyı kalsiyum hidroksilapatit oluşturur (9, 11).

Kalsiyum hidroksilapatit; kemik, dentin ve sementin yapısında da farklı oranlarda vardır. Mine, ayrıca daha az oranlarda karbonat, magnezyum, potasyum, sodyum ve florid gibi değişik mineraller de içerir (11).

Makroskobik seviyede kristal bağlantısı oldukça sıkı olmasına rağmen her bir kristal, interkristalin boşlukları ile birbirinden ayrılır. Bu boşluklar ağ şeklinde, su ve organik maddelerle dolu yollar oluştururlar (9, 12).

Su ile dolu olan interkristalin boşluklarının kırılma indisi ile hidroksilapatit kristallerinin kırılma indisi arasındaki fark çok küçük olduğu ve diş minesi yoğun hidroksilapatit kristalleri içerdiği için mine, camsı bir yapıya ve yarı şeffaf bir görüntüye sahiptir. Yarı şeffaf diş minesi ile örtülü ve tamamen mat olan dentin renginin yansımaları nedeniyle dişler sarı-beyaz renkte görülür (9, 12). Diş minesi geçirgenliğindeki önemsiz bir artış, minenin optik özelliklerinde değişmelere yol açar (9, 12, 13). Kristal yapıdan çok az mineral çözünmesi olsa bile yine de yapı bozulur ve gözenekli bir ortam oluşur. Demineralize olmuş diş minesi normal mineden daha çok gözenekli ve gözenekli bir ortam sahip olup yapısında var olan suyu kaybetmiştir. Suyun interkristalin boşluklarından uzaklaşması ile, bu boşluklar kırılma indisi 1 olan hava ile dolar. Hidroksilapatit ile boş gözenekler arasındaki kırılma oranı büyüdükçe, mine translusens görüntüsünü kaybederek opak bir hal alır. Bu opaklık demineralizasyon varlığının göstergesidir (9, 11, 12).

2.1.2. Dentin

Dentin dokusu dişin en büyük bölümünü oluşturur (9, 13). Mineden daha az inorganik madde içeren olgun dentinin sertliğide mineden daha azdır. Olgun dentin mineden daha az inorganik madde içerir ve mineden daha az serttir (9, 11, 13). Olgun dentin ağırlık olarak %70 mineralize inorganik materyal, %20 organik matriks ve %10 su içerir. Organik matriksin ise %18'i kollajen, %2'si non-kollajen yapıda olup bu yapıyı fosforin, proteoglikanlar ve kondroitin sülfat oluşturmaktadır. Kristal formasyonu Ca hidroksilapatitten oluşmuştur (9, 13, 15). Ancak hidroksilapatit kristalleri dentinde, minedeki kristallere göre daha sivri, ince, iğ şeklinde ve daha küçüktür (9, 11, 13). Dentinde de minedeki gibi düşük oranlarda karbonat, florid, bakır, fosfat, çinko ve demir gibi farklı elementler vardır. Ancak dentindeki kalsiyum-fosfat oranı aynı dişin minesindeki orandan daha düşüktür (9, 15).

Dentinin organik yapısında ise kollagen türü lifsel protein (%93), çeşitli lifsel olmayan proteinler, özellikle glikoproteinler, mukopolisakkaritler ve lipitler vardır (9, 13).

Dentin kuronda mine tarafından, kökte ise sement tarafından sarılmıştır. Dişin her tarafında pulpa ile komşudur (9, 11, 13). Dentin de mine gibi damar ve sinir içermez (12). Bol miktarda damar ve sinir içeren pulpa dokusundan beslendiği için tamir yeteneğine sahip bir dokudur (9, 11, 13). Bu tabaka kanallar ve bu kanalların etrafını saran dokulardan oluşmuştur. Bu kanallara **dentin tübülleri** denir. Çapları periferde 0.5 µm iken merkeze yakın bölgelerde genişleyerek 2-3 µm'ye ulaşır. Genç yaşlarda daha genişken, yaş ilerledikçe daralır (9, 13). Gençlerde bu geniş tubuluslardan dolayı, çürük lezyonu daha hızlı ilerler. Dentin tübülleri yüksek oranda organik madde içerdiği için daha spongiöz ve mineden daha absorban bir yapıdadır (9, 12).

Dentin dokusunun yoğunluğu mineden daha düşüktür. Bu nedenle radyograflarda mineye göre daha düşük opasite gösterir. Ancak klinik olarak mine kadar translusens olmadığı için daha sarı bir görüntüsü vardır. Çürük yapıcı bakterilerin demineralize ettiği mine yıkılınca veya kavite preparasyonunda çürük dentine kadar ilerlemişse sarımsı dentin açığa çıkar. Eskiden oluşan bir çürük nedeni ile açığa çıkmış olan dentin ise yemek, sigara gibi etkenlerle daha koyu bir renk alarak kahverengi veya siyah renge dönüşür (9, 11, 13).

2.2. Çürük

Diş sert dokularını oluşturan inorganik kalsiyum fosfat kristalleri ile organik matriks arasındaki elektrostatik bağlantının, "H" iyonları tarafından fizikokimyasal düzeyde bozulması ve kalsiyum fosfat kristallerinin yıkımı, büyük bir olasılıkla iyonizasyonu ile başlayan, sonra dokuda submikroskobik, mikroskobik ve onun ardından da makroskobik madde kaybına neden olan olaylar dizisine **diş çürümesi** denir (9).

Çürük semptomları başlangıçta belirgin olmayıp genellikle sonradan ortaya çıkar. Bu nedenle diş çürüğü eski çağlardan itibaren insanları

etkileyen en yaygın kronik hastalık olarak bilinmektedir. Bunu binlerce yıl öncesine ait iskeletler üzerinde yapılan araştırmalar göstermektedir (16).

Günümüzde de diş çürüğü nüfusun % 95' ini etkileyen en yaygın infeksiyöz hastalık olma özelliğini taşımaktadır. Streptokokküs mutans, Laktobasilluslar ve Aktinomiçes türü bakteriler diş yüzeylerindeki bakteri plağı denilen jelatine benzer yapı içerisinde yoğun olarak bulunurlar (16, 17). Karyojenik plak, nemli ağırlığının mg'ı başına 2×10^8 den daha fazla bakteri barındırır (16-18). Dental plak, uygun pH'da sukroz, glikoz ve fruktozu fermente edebilir.

Fizyolojik olarak, ağız ortamında tükürük ile diş dokuları arasında bir alışveriş vardır. Ortam asidik olduğunda, H^+ iyon konsantrasyonunun artmasıyla kalsiyum tuzları diştten ayrılır. Bu olaya **demineralizasyon** denir. **Minenin demineralizasyonu için eşik değeri pH 5.5, dentin için pH 6.7 olarak saptanmıştır.** Bu asit etkisinin 18 ± 6 ay tekrarlayan devrelerle sürmesi sonucu çürük lezyonları başlayabilir. Başlangıç lezyonu, opak beyaz ya da kahverengi leke şeklindedir. Mineral kaybının devam etmesiyle mine yüzeyi sertliğini kaybederek, bakterilerin minenin içine doğru geçişine izin verir. Bu da mikroskobik kavite oluşumu demektir. Çürük, tedavi edilmediği takdirde, çürük lezyonları sırasıyla mine, dentin ve pulpayı da içine alarak tüm dişi harap eder (16, 17).

Tükürük, kimyasal içeriği ile diş sert dokularından ayrılan iyonları uygun pH derecesinde yeniden dişe kazandırır. Ortam alkali olduğunda ayrılan iyonlar tükürükte kalarak diş dokusuna tekrar tuz kompleksleri olarak geri dönmektedir. Bu olaya da **remineralizasyon** adı verilir (16). Bu olayların gelişmesinde katkıları olan tükürük, dişin içinde bulunduğu çevre koşullarının en önemli elemanlarından biridir.

Tükürük tamponlama etkisi ve yıkama etkisinin yanında ağızdaki patojen bakterilere birkaç değişik yolla etki eder.

Tükürüğün birinci etkisi, dakikada 0.5 ml. salgılanma hızıyla hem bakterilerin hem de onların yaşamını sürdürmeleri için gerekli olan besinlerin hızla ortamdan uzaklaşmalarını sağlar. İkinci etkisi, tükürüğün içerdiği bazı faktörler bakteriler için toksik özellik taşımaktadır. Tiyosiyanat iyonları ve

özellikle lizozim gibi çeşitli proteolitik enzimler bakterilere; doğrudan saldırma yolu ile, bakterisit etki göstererek bakterilerin metabolik desteği durumunda olan besin maddelerinin sindirilmesi yolu ile etki etmektedir.

Tükrüğün üçüncü etkisi ise sekresyonlarıyla açığa çıkan antikorlardır. Bu antikorlar başlıca IgA olmak üzere IgG ve IgM yapısındadır. Bilinen etkileriyle ortamda bulunan bakteri ve virüslere karşı lokal immün cevabı oluştururlar (16, 19).

Diş çürüğü yalnızca ağız dokularını etkilemekle kalmayıp, sistemik olarak da organizmayı etkileyebilmektedir. Çünkü ağız kavitesi yabancı antijenlerin girişini sağlayan yüzeylerden birisidir. Ayrıca mikrobiyal florası da genel vücut sağlığı yönünden önemlidir (16, 18). Çürüğün mikrobiyal içeriği göz önüne alındığında sistemik olarak komplikasyonlara neden olabilecek bir potansiyel durum olarak düşünülebilir.

Ağızdaki bakterilerin kaynağı, oral mukoza hücrelerinin sürekli deskuamasyonu yoluyla yumuşak dokulardan üretilen bakterilerdir (16, 20).

Diş sert dokuları üzerinde bakteri kolonileri önceleri bulunmamakla birlikte, mekanik temizliğin eksikliği halinde diş plağında bakteri kolonileri kısa zamanda oluşabilir (16, 20).

Çürük oluşumundan sorumlu plak bakterileri çoğunlukla Streptokokküs mutans ve laktobasillustur (16, 21). Streptokokküs mutans, sukrozdan laktik asit üreterek pH 4'te yaşayabilmektedir. Çürük yapıcı bakterilerin etkileri, asit yapabilme etkisi ile orantılı olarak artar (16, 21, 22). Ağız mikroflorasına ait bakteriler küçük moleküllü karbonhidratları organik asitlere parçalayarak asit ortam yaratırlar. Bakteri plağı, diş yüzeylerinde dil, dudak, yanak kaslarının hareketleriyle temizlenemeyen bölgelerde arta kalan protein ve polisakkarit artıklarından oluşan organik birikimlerdir. Çok sayıda mikroorganizma içerir. İçerdiği mikroorganizmanın türüne ve bunların metabolizmasına göre çürük ya da periodontal hastalığın gelişmesine neden olur (16).

Bakteri plağı, kendine ait metabolizmasıyla karbonhidrat yıkımı ve asit üretimini başlatır. Plak metabolizması ile çoğu kez karbonhidrat metabolizması anlatılmış olmasına rağmen, karbonhidrat, yağ, protein ve inorganik iyonlar metabolik ana maddeler olarak önem taşır (16, 22).

Makromoleküler yapıda olan karbonhidratlar, un, nişasta ve amilopeptin gibi polisakkaritler plağın dış yüzeyine yakın olan derin tabakalarına ulaşamazlar. Ancak glukoz ve fruktoz gibi monosakkaritler plak matriksi içine girebilir ve çürük gelişiminde gerekli olan laktik asit, puruvik asit ve sitrik asit oluşumu için mikroorganizmalara olanak sağlarlar. Oluşan asitler nötr olan plak pH'ını düşürerek 4.5-5 pH ile çürüğü başlatırlar. Çürük oluşumunda asit üretimi kadar floranın baz yapabilme gücü de önemli bir özellik taşımaktadır. Tükrük ile protein metabolizma ürünü olan üre salgılanır. Ürenin parçalanmasıyla pH hızla yükselir (16).

Bakteri plağında oluşan asit etkisi bazı durumlarda plaktan tükrüğe geçerek veya tükrük, aminler ya da amonyakla nötralize olarak azalabilir veya kaybolabilir. Asit etkisi yine, kuvvetli yapıda olan laktik asitin propionik asit veya asetik asit gibi zayıf asitlere dönüşümü ile azalabilmektedir (16).

Karbonhidratlardan monosakkarit hariç polisakkarit ve disakkaritler plak florası tarafından parçalanamaz. Parçalanma için her disakkaritin kendine ait olan fermentinin ortamda bulunması gerekir, örneğin maltaz ile glikoza çevrilir. Bu enzimler fizyolojik olarak her ağızda bulunmamaları nedeniyle çürük oluşumunda kısmi öneme sahiptir. Laktaz fermenti, ağızda bulunmaması nedeniyle laktozun parçalanma ürünleri ortaya çıkamaz ve dolayısıyla çürük açısından bir önem taşımamaktadır (16, 22).

Dış çürüğü, 3 temel faktörün rol oynadığı bir etyolojiye sahiptir (9, 23, 24). Bu faktörlerin ilki **konak** (tükrük ve dişler), ikincisi **mikroflora** (dental plak), üçüncüsü de **dış etkenler** (diyet)'dir. Dördüncü olarak **zaman** da bunlara eklenebilir (9, 20, 25). Bu etkenlerden sadece bir tanesinin bulunması çürük oluşumu için yeterli değildir (22). Bu nedenle dış çürükleri genel olarak biyolojik, sosyal, bireysel ve fizyolojik faktörler gibi çevresel faktörlerle, genetik faktörler arasındaki bir etkileşim olarak düşünülebilir (9, 24).

Dış çürükleri; oldukça yavaş ilerleyen, çok nadir olarak kendiliğinden iyileşen ve tedavi edilmezse dişin kaybedilmesiyle sonuçlanan hastalıklardır (9, 20).

Çürükler mine ile sınırlı başlangıç lezyonlarından, sonunda pulpanın

ekspoze olmasına yol açan dentin lezyonlarına kadar değişen farklı klinik safhalar gösterebilirler (9, 26).

Diş çürükleri genel olarak; diş tipi, anatomik bölge, madde kaybına uğrayan dişlerin sert dokuları, lokalizasyonları, sebepleri, klinik ve radyolojik özellikleri göz önüne alınarak çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler (9, 27, 28):

1. **Diş tipine göre;** süt dişi çürükleri, daimi diş çürükleri.
2. **Anatomik bölgeye göre;** pit ve fissür çürükleri (okluzal çürükler), düz yüzey çürükleri (interproksimal, servikal), kök yüzeyi çürükleri.
3. **Madde kaybına uğrayan dişlerin sert dokularına göre;** mine, dentin, sement çürükleri.
4. **Diğerleri;** primer ve sekonder çürükler, biberon çürükleri, radyasyon çürükleri, rampant çürükler.

Gizli çürük, dentinin derinliklerinde oluştuğu için klinik olarak hatalı tanı konulabilen, sağlam diş yüzeyi ile örtülü olan çürük lezyonunu tanımlamaktadır (29, 30, 31).

Gizli çürükler, dentinin derinliklerine kadar ilerleyebildikleri için geri dönüşümsüz pulpa hastalıklarına neden olmaktadır (30). Gizli çürüklerin elektron mikroskobu ile yapılan araştırmaları mine yüzeyinde florun artmasıyla oluşan remineralizasyonun altında demineralize dentin lezyonlarının varlığını ortaya çıkartmıştır (29, 32). Bu bulgular florun minenin altındaki çürük lezyonlarını maskeleyebildiğinin kanıtıdır. Birçok invitro araştırma, mine yüzeyinin remineralize olmasıyla oluşan yeni kristal yapının geçirgenliğinin daha az olması nedeniyle dentin lezyonlarının remineralize olmasını güçleştirdiğini ortaya koymuştur (29, 33, 34).

Gizli çürükler, ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde kaviteasyon gösteren çürüklerden daha sıklıkla görülmektedirler. Ayrıca, gizli çürükler sağlam diş dokusu ile örtülü olduğu için klinikte tanı koyulması zordur. Bu sebeplerden dolayı, erken safhadaki çürüklerin tanısında daha hassas davranmak gerekmektedir (29, 35).

2.2.1. Mine Çürüğü

Mine, bakteri plağı asitleri gibi asitlere maruz kaldığında içerisindeki mineral yapı katı haldeki kristalden çözünerek ayrılır. Mine, çok sert ve sağlam bir yapı olsa da, kristal yapıdaki az miktarda oluşan çözünmelerden bile etkilenmektedir. Mineden mineral kaybının artması doku porozitesini oluşturur. Mine porozitesindeki değişiklik mineral içeriğinde anlık değişimlerin çok etkili olduğunu gösteren bir durumdur. Demineralizasyon olayı da doku porozitesindeki artış olarak ifade edilir. Bilindiği gibi diş çürüğü demineralizasyon ile başlamaktadır (16, 20). Çürük gelişimine en önemli engel dişin mine tabakasıdır. Asit atakla gelişen demineralizasyona mine tabakasının dentinden daha dirençli olmasının nedeni, minedeki kristallerin hem daha yoğun hem de hacimlerinin dentine oranla 10 kat daha fazla olmasıdır (16, 19, 22).

Demineralizasyon, ultrastrüktürel seviyede mine yüzeyinde doğrudan olmaktadır. Başlangıçta doğrudan çürüme tek bir mine kristalinin çözünmesi ile başlar. Bu safhada diş minesi kesiti detaylı olarak polarize olmuş ışınla incelendiğinde, mine porozitesinde çok az artışın olduğu ve dış yüzeyden 20-100 µm derinlikte mineral kaybı olduğu görülür. Daha sonra yüzey porozitesi, interkristalin boşluklarındaki genişlemeye uygun olarak artar. Dokunun dış mikro yüzeylerindeki daha fazla boşluk oluşturarak minede mineral kaybı meydana gelir. Minenin mineralizasyonu esnasında bazı yerlerde mineralizasyon güçlü iken bazı yerlerde zayıftır (9, 20).

Erozyon, abrazyon, atrizyon gibi pek çok nedenle mineral kaybı meydana gelebilir. Minenin diğer bir kaybedilme nedeni de yemekle alınan karbonhidratların parçalanması sonucu oluşan asit ataklarının minenin mineralize yapısını bozarak çürük oluşturmasıdır (9, 11, 20).

Minenin düzensiz olduğu bu bölgeler iyi temizlenemezse bakteri plağı birikir (9, 11). Yaklaşık 3 günlük diş fırçalamama sonucunda sert dokularda mikroorganizma yerleşimi sağlanmış olur. Plak buradaki zayıf mineyi yavaş yavaş demineralize eder. Bakteriler sürekli kesme ve çiğneme fonksiyonu yapan oklüzale yakın bölgelerde az ürerken, kole bölgesi ve fissürlerde daha yoğun olarak ürerler. Eğer fırçalamayla veya klinik olarak

temizleme sonucu bakteriler uzaklaştırılırsa, kolonize olamazlar. Fakat fırçanın ulaşamadığı ya da oral mekanik kuvvetlerce temizlenemeyen yerlerde mikroorganizmalar hayatta kalmayı başarır. Bu gıda artıklarının biriktiği yerler **retansiyon yeri** olarak adlandırılan ve çürüğün başlamasına neden olabilen yerlerdir (9, 11, 20).

Plağın tamamen olgunlaşması ve yerleşmesinden 14 gün sonra plaktaki metabolik aktivite sonucu daha fazla mineral kaybı oluşur ve minedeki bu değişiklikler hava ile kurutulunca makroskopik olarak görülebilir hale gelir. Yüzey altında demineralizasyon oluşumu ile karakterize lezyonun bu safhası **white spot lezyon** (beyaz nokta lezyonu) olarak tanımlanır (9, 11, 20, 27). Burada yüzey demineralize olmuştur ve mine daha beyaz (tebeşirimsi) görünür. Ağız ortamındaki minerallerle remineralizasyon sağlanmaya çalışılsa da tükürükteki mineral ve florid yeterli olmayabilir ve demineralizasyon devam edebilir. Demineralizasyon sonunda oluşan çürük dentin ve pulpa bölgesine doğru ilerlemeye çalışır. Başlangıçta çürüğe sond takılmaz, lezyon ilerleyince takılmaya başlar. Bu dönemde zedelenmiş mineye sondla baskı yapılırsa mine çöker (9, 11).

Mine çürükleri dentine göre daha yavaş ilerler, diğer bir ifadeyle mine dokusu dentine göre daha yoğun olup 10 kat fazla hacimde kristal yapı içerdiği için çürüğe daha dirençlidir (9, 19, 22). Erken mine lezyonları, 200 µm ilerleyene kadar radyografik olarak teşhis edilemez. Çürüğün bu kadar ilerlemesi için de 3-5 yıl gerekebilir. Minede sinir dokusu olmadığı için mine çürükleri hastalarda ağrıya sebep olmaz. Bu nedenle bu çürüklerin kavite preparasyonu esnasında da hasta ağrı duymaz. Bu durum hastalara özellikle anlatılarak ağrı duymadıkları dönemlerde de rutin kontrollere gitmeleri önerilmelidir. Ağrı hasta için çürüğün bulgusu değildir, bulgu olarak düşünülse de çok geç elde edilmiş bir bulgu olur. Dişte ağrı gibi semptomların artmasıyla dişi kaybetme riski de artar. Fissürlerin ve foramen çekumların içinde, dişlerin düz yüzeylerinde, kontak noktasının veya kontak yüzeylerinin altında, dişlerin kole bölgelerinde ya da diş kuronunun vestibül veya oral yüzeylerinde mine çürüğüne rastlanır (9, 11).

Mine çürüğü her zaman bakteri plağının altında ve iki şekilde gelişir.

Bunların ilkinde, plak altındaki yüzeyde kristal yapının çözünmesiyle **mikrokraterler** oluşur. Bu yaygın ama sığ bir çürüktür (9, 11, 20, 28). Diğerinde ise plak altında başlayan çürük lezyonu, minede hızla ilerleyen derinlemesine giden **delici çürük lezyonu** tarzındadır. Bu çürük klinik olarak kahverengi leke şeklinde görülür (9, 11, 20).

Mine çürüklerinin oluşumu sırasında dişte bazı patolojik değişiklikler meydana gelir (36). Bunlar;

- Erken (submikroskobik) faz,
- Nonbakteriyel fazda mine kristallerinin yıkılması,
- Kavite oluşumu,
- Minenin bakteriyel invazyonu.

Işık mikroskobu ile yapılan çalışmada da histolojik olarak mine çürüğünün, 4 farklı bölgeden oluştuğu gösterilmiştir:

1.bölge translusent bölge olup mine çürüğünün en derin tabakasıdır. Hipermineralizasyon bölgesi olarak düşünülür.

2.bölge koyu tabakadır. Translusent tabakaya göre daha poroz bir yapıdadır, fakat porlar küçük olduğu için büyük moleküllü maddelere karşı geçirgen değildir. Apatit kristallerinin boyutları büyüklüğünden dolayı çürüğün engellendiği bölge olarak da düşünülür. Daha porozlu olmasına rağmen mine dokusuna benzer yapıdadır, yer yer demineralize sahalar görülür.

3.bölge çürüğün oluştuğu bölgedir. Sağlam minenin altındaki çürük tabakasıdır; oluşmuş olan porlar, kırılma indisi mineden farklı olan su ile dolmuştur. Bu nedenle bu bölge daha koyu renkli görülür. Porlar periferde %5 oranında iken çürüğün merkezinde bu oran %25'e kadar artmıştır.

4.bölge yüzey tabakası olarak adlandırılmaktadır. Tükürükteki yüksek florid konsantrasyonu, kalsiyum, fosfat gibi iyonların tamponlanması ile bu tabaka çok fazla bozulmamış olarak izlenir, ancak polarize ışık altında oluşan bozulma görülebilir (9, 28).

2.2.2. Dentin Çürüğü

Çürük yapıcı mikroorganizmalar mineden dentine ilerleyip kavite oluşmuşsa, mikroorganizmalar dentin tübüllerinde daha kolay ilerler. Mikroskopta incelendiğinde mikroorganizmaların dentine girdikten sonra dentin tübülleri boyunca çok kolay pulpa duvarına ulaştıkları görülmüştür (9, 11). Çürüğün, mine-dentin sınırında birden genişleyip dentin tübülleri yolu ile pulpaya doğru ilerleyen, tabanı mine-dentin sınırında, tepesi pulpa tarafında olan bir koni oluşturduğu belirtilmiştir (9, 20, 22, 25, 28).

Çürük, dentinde çok hızlı ilerlemesine rağmen, dentin bu ilerlemeye engel olmak için korunma reaksiyonları oluşturabilir (9, 11). Bu konudaki en yaygın görüş, dentin tübüllerinde mineral biriktirilerek tübüler sklerozisin oluşturulmasıdır. Bu tübüler sklerozis aktif odontoblastlar tarafından meydana getirilir (20).

Dentin çürüğü histolojik olarak 3 bölüm halinde izlenebilir:

1.Bölge; derinden yüzeye doğru ilk tabaka (içteki tabaka) olan demineralize olmuş dentin bölgesidir. Bu bölge henüz bakterilerle kontamine olmamıştır. Tekrar remineralize olabilen, yoğun, düzenli kollajen lifler vardır. Kollajen liflerin karakteristik çapraz bantları sağlıklı dentininkine çok benzer. Peritübüler ve intertübüler dentinde apatit kristalleri vardır.

2.Bölge; penetrasyon bölgesidir. Bu bölgede mikroorganizmalar dentin tübüllerine penetre olmuş ve kollajen yapı bozulmaya başlamıştır.

3.Bölge; destrüksiyon (yıkım) bölgesidir. Bu bölgede dentin mikroorganizmalar tarafından tamamen işgal edilmiş, dentinin yapısı tamamen bozulmuş, dentin tübülleri genişlemiştir ve bu tübüller seyrek ve dağınık kollajen lifler içerir. Kollajen liflerin çapraz bantları ve interbantları azalmışsı sonucu dentinde nekroz ortaya çıkmıştır. Histolojik olarak granüler yapıda bakteri yığınları içerir (9, 15, 22, 36, 37). Demineralize dentin tabakasının altında ise aktif odontoblastların yer aldığı vital reaksiyon bölgesi vardır ve bu bölge sekonder dentin yapımını sağlar (28).

2.2.3. Ara Yüz Çürüğü

Ara yüz çürüğü, iki diş arasında meydana gelen çürüktür. Ara yüzlerdeki çürükler yavaş olarak gelişir ve klinik olarak görülebilmesi 3-4 yılı alır. Klinikte lezyonlar ilk olarak minenin transparant görünümünün kaybı sonucu oluşan, opak tebeşirimsi bölge şeklinde görülür (2, 38, 39). Bu genellikle kontak noktası ve serbest gingival marjının en yüksek noktası arasındaki en dış mine yüzeyinde meydana gelir (2, 40). Renk değişikliği yansıyan ışığın yolunu değiştiren doku porozitesine dayanmaktadır (2, 40, 41). Çürük minede ilerledikçe üçgen bir konfigürasyon gösterir. Üçgenin tepesi mine dentin birleşimindedir. Çürük mine dentin sınırına ulaştığında laterale ve dentin içine doğru yayılır. Diğer bir üçgen görüntü de dentinde izlenir. Bu aşamada üçgenin tabanı mine dentin sınırı boyuncadır ve üçgenin tepesi ise pulpa odasına doğru bakar (2, 40).

Ara yüzlerdeki çürük lezyonlarının radyografla tespiti, radyografik dansite yeterli değişikliğe neden olacak mineral kaybına dayanmaktadır. Posterior dişlerin ara yüzeyleri geniştir ve başlangıç lezyonlarındaki ufak miktardaki mineral kayıpları radyografda genellikle tespit edilemez. Radyografik tespit için yaklaşık olarak dişte %40 mineral kaybı olması gerekmektedir (1, 2).

2.3. Diş Çürüğü Teşhisi İçin Kullanılan Metotlar

2.3.1 Görsel Muayene

Çürük varlığının kesin teşhisi klinisyenler için oldukça karmaşıktır ve çürük teşhisi için evrensel olarak kabul edilen standartlar yoktur (9, 42-47). Çürük lezyonları geleneksel olarak görsel muayene ve sondla muayene kombinasyonu kullanılarak teşhis edilebilir (9, 44, 48-50). Ancak henüz kavite oluşmamış çürüklerde, bu iki muayene metodu genellikle yetersiz kalabilir (9, 51-57).

Sond ile yapılan muayenede çürük tam olarak tespit edilemez (58). Muayene esnasında sondun takılması, dişin lokal anatomik özelliklerine de bağlı olabildiği için çürük varlığını kesin olarak göstermeyebilir. Ayrıca, teşhis aracı olarak sondun kullanılması, enfekte sahadan sağlıklı dokuya çürük

yapıcı mikroorganizmaların geçişine sebep olabilmesi ve potansiyel olarak remineralize olabilen minerde irreversible travmatik defektler meydana getirebilmesi nedeniyle de eleştirilmektedir (9, 44, 48, 49, 58-61).

Sadece görsel muayene, ya da buna ek olarak sond kullanımı ile yapılan incelemede, fissür çürüklerinin doğru teşhisi her iki klinik metotla da oldukça zor olduğu için sond kullanımının fazla bir önemi olmadığı bildirilmiştir (58). Sondla yapılan muayenenin, tek başına yapılan görsel muayeneye göre çürüklerin teşhis doğruluğunu arttırmadığı; istatistiksel olarak duyarlılık ve seçicilik değerlerinin her iki metotta da anlamlı bir şekilde farklı olmadığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı esas olarak detaylı görsel inceleme çoğu epidemiyolog tarafından benimsenmiştir (9, 48, 49).

Görsel muayene esnasında maksimum bilgi elde edebilmek için dişler temizlenmeli, iyice kurutulmalı ve aydınlatılmalıdır. Görsel muayene yönteminde temiz ve kuru bir çürüğün erken safhası olan beyaz-nokta lezyonları görmek mümkün olabilir (56). Bazı çalışmalarda da dış yüzeyde lekeli görüntü bulunmasının çürükle direkt ilişkili olmadığı ve bunun, kesin bir çürük göstergesi olamayabileceği ortaya çıkarılmıştır (9, 62, 63).

Lussi (59), dentin çürüklerinin teşhisi için renklenme parametrelerinin kullanımının, sağlam dişlerin en az %55'inde yanlış sınıflamaya sebep olabileceğini bildirmiştir.

2.3.2. Konvansiyonel Radyografik Muayene

Diş hekimliğinde kullanılan en yaygın teşhis araçlarından birisi de radyografilerdir; görsel muayenenin teşhis doğruluğu radyografi ile daha da arttırılabilir (9, 17).

Radyoloji'nin tanı ile ilgili dalına **diagnostik radyoloji** adı verilir ve radyant enerjinin ve radyoaktif maddelerin tanı alanında kullanılmasını içerir. Diş hekimliğinde radyografi, teşhis ve tedavinin izlenmesi ile tedavi sonuçlarının kontrolü açısından çok önemlidir (2).

Radyoloji biliminin doğuşuna yol açan **X ışınları** 1895 yılında Alman fizik profesörü Willhelm Conrad Röntgen tarafından bulunmuştur (2, 64). Edmund Kells, X ışınlarının keşfinden kısa süre sonra Amerika Birleşik

Devletleri'nde insan üzerinde ağız içi radyografi tekniğini uygulayan ilk hekim olmuştur (65). X ışınlarının diş hekimliğinde rutin kullanılır hale gelmesi ise ancak 1899'dan sonra Kells'in bu konudaki çalışmaları sonucu mümkün olabilmektedir (2, 64, 66).

X ışınları, havası boşaltılmış bir tüp içinde, ısıtılan katottan çıkan elektron demetinin yüksek gerilim uygulanıp hızlandırılarak anota çarptırılması ile elde edilmektedir. Katottan fırlatılan elektronlar anota çarptıklarında birden bire dururlar ve kinetik enerjileri başka enerji şekillerine dönüşür. Enerjinin korunması prensibine göre, röntgen cihazlarında gerçekleşen değişim ile bu enerjinin %99.8'i ısıya dönüşürken, sadece %0.2'si hedef anot materyalinin atomları ile etkileşime girerek frenleme ve **karakteristik radyasyon** şeklinde tanımlanan X ışınını oluşturmaktadır (67, 68).

Konvansiyonel radyograflarda analog görüntü oluşumu şöyledir: Filmin ışınlanması sırasında, X ışınlarının bir kısmı, filmin önünde bulunan diş, kemik gibi sert dokulara gelince bu dokular tarafından absorbe edilir, tutulurlar ve arkalarında bulunan filme geçemezler. Yumuşak doku, boşluklar gibi kısımlara gelen X ışınları burada absorbe edilemeyeceğinden tamamen filme ulaşırlar. Filme ulaşan X ışınları filmin emülsiyon tabakasında süspansiyon halinde bulunan gümüş (Ag) bromid kristallerini fiziksel bir değişime uğratarak gümüş (Ag) ve bromid şeklinde iyonize eder, ayrıştırır. Sert dokuların olduğu bölgede ise X ışınları filme ulaşmadığı veya çok az ulaşabildiği için gümüş (Ag) bromid kristallerini daha az ayrıştırır, iyonize eder veya hiç ayrıştırmaz. Bu şekilde X ışınları yoluyla film üzerinde fiziksel bir reaksiyon sonucu **latent imaj** oluşur. Bu latent imaj gözle görülemez. Gümüş (Ag) bromid kristalleri, banyo solüsyonlarında kimyasal reaksiyona girerek latent imajı görünür hale getirirler. Birinci banyo solüsyonunda X ışınının filme fazla ulaştığı bölgelerde, ayrılmış olan metalik gümüş (Ag) çöker ve radyolüsent görüntüyü oluşturur. Birinci banyo işlemine **geliştirici (developing) banyo** denir. İkinci banyo solüsyonunda ise X ışınının filme ulaşmadığı bölgelerde ayrılmamış olan gümüş (Ag) bromid kristalleri filminden uzaklaştırılır ve

radyoopak görüntü ortaya çıkar. İkinci banyo işlemine **sabitleyici (fixing)** **banyo** denir (17, 67).

Dişlerin demineralize olmuş çürük kısımları, X ışınlarını daha fazla geçirdiği için sağlam kısımlara oranla daha koyu görünür. Özellikle teşhis edilemeyen ara yüz çürüklerinin tanısında hekime büyük kolaylık sağlar. İntraoral radyografiler klinik muayenede fark edilemeyen çürük lezyonlarını ortaya çıkarabilir. Ara yüz çürüklerinin yarısı klinik muayenede görülemezken, radyografi ile ortaya çıkabilmektedir (16, 17).

Ara yüzdeki mine çürükleri ile ilgili bir çalışmada, bite-wing radyografilerle horizontal yönde 0-7°, vertikal yönde ise 12-15°'lik açı sapmalarında bile iyi görüntü elde edilebileceği ortaya koyulmuştur (16, 69). Diğer taraftan, özellikle sadece mineyi içine alan küçük çürüklerin radyograflarda görülebilmesinin güç olduğu saptanmıştır (16, 70).

Çürük teşhisinde **intraoral radyografi teknikleri** çok geniş kullanım alanına sahiptir. **Paralel radyografi tekniği** ile hem ön hem de arka bölgedeki diş çürüklerinin teşhisindeki etkinliği arttırılmaktadır. **Bite-wing radyografiler** ise kanin, premolar ve molar dişlerin ara yüz ve okluzal yüzey çürüklerinin teşhisinde başarılıdır (16, 17).

Radyograflar, özellikle dişlerin ara yüz kontaklarının iyi olduğu ve direkt olarak ara yüzlerin izlenemediği durumlarda yararlıdır. Bite-wing radyograflar kanin dişin distal üçlüsü, premolar ve molarların ara yüz ve okluzal yüzeylerinin çürüklerinin tespitinde başarılıdır. Ayrıca periapikal radyograflar özellikle periapikal bölge ve interradiküler kemikteki değişimlerin saptanmasında önemli yer tutar. Özellikle paralel teknik, periapikal radyografilerin, hem posterior hem de anterior dişlerde çürük tespitindeki etkinliğini arttırmaktadır (16, 17).

Radyografik incelemelerin hangi sıklıkla yapılacağına kişinin oral hijyeni, flor kullanımı, diyet alışkanlıkları, çürük durumu, ağızdaki restorasyonları ve yaşı göz önüne alınarak karar verilebilir. Çürük tanısında klinik muayene ve radyografik inceleme birbirini tamamlayan unsurlardır ve her ikisini birlikte değerlendirmek gerekir (16).

Görsel muayene ile kombine edilen radyografi, çürük lezyonlarının

büyük çoğunluğunun ve hemen hemen tüm sağlam dişlerin doğru bir şekilde tespit edilmesini sağlar (71).

Tüm bu avantajların yanı sıra radyografların çürük teşhisinde yetersiz kaldığı bazı durumlar da vardır. Bunlar kısaca;

1-Klinik olarak çürük lezyonları radyografik görüntülerinden genellikle daha büyüktür.

2-Başlangıç aşamasındaki lezyonların teşhis oranı oldukça düşüktür.

3-Film çekilirken kullanılan teknik ve X ışınının konumu çürük lezyonunun görüntüsünü ve büyüklüğünü etkileyebilmektedir. Örneğin, tüpün horizontal açılması normalden saptığı zaman, gerçekte minede sınırlı olan çürük lezyonu dentinde lokalize olmuş gibi görülebilmektedir.

4-Ekspoz süresi ve banyo şartları radyografik kontrast üzerine etkili olup çürük teşhisini etkileyebilmektedir.

5-Radyograflar iki boyutlu görüntüler olduklarından çürük lezyonu ile pulpa boynuzları arasında kalan mesafe kesin olarak teşhis edilememektedir. Radyograflarda bu iki görüntü birbirleri üzerine süperpoze olarak gerçekte çürük ile perfore olmayan pulpa dokusu perfore olarak görülebilmektedir (72).

Radyografların elde edilmesi aşamasındaki problemlerin yanı sıra değerlendirilmelerinde de çürüğün varlığı veya yokluğu konusunda ya da çürük derinliğinin yorumu konusunda farklı sonuçlar ortaya çıkabilir. Gözlemcilerin tanıda gösterdikleri performans, onların klinik deneyimlerine de bağlı olarak değişebilmektedir (16, 73). Gözlemcilerin değerlendirmelerini oturum yaparak fikir alışverişinde bulundukları bir ortamda bile uyumlu sonuçlar alınamamıştır (16, 46). Bu nedenle dental radyografların değerlendirme aşaması, gözlemcilerin performanslarına bağlı değişiklikleri bir dezavantaj olarak gündeme getirmiştir. Ayrıca banyo aşamalarında ortaya çıkabilecek artefaktlar ve görüntü üzerinde manipulasyon olanağının olmaması diğer dezavantajlarıdır (16, 74).

Demineralize olmuş diş dokusundan röntgen ışınlarının geçişi daha fazla olduğu için film üzerinde radyolüsent çürük görüntüsü oluşur. Ara yüz çürüklerinin radyografik tanısında, mineral kaybının radyografik çürük görüntüsü verebilecek büyüklüğe ulaşmış olması gerekir. Posterior dişlerin

ara yüzeyleri daha genişir ve başlangıç çürüklerine ait küçük miktarlardaki mineral kayıplarının yanı sıra, daha derin bir lezyonun tüm sınırlarının radyografik olarak saptanması da oldukça güçtür. Bu nedenle çoğu zaman çürüğün gerçek derinliği, radyografide saptanan derinlikten daha fazla olabilmektedir (5, 17).

Ara yüzeyde başlayan bir lezyonun klinik olarak görülebilmesi bazen 3-4 yıl gibi bir zamanı gerektirmektedir. Klinik olarak ara yüz çürüğüne ait ilk bulgu, kontakt noktası ile gingival margin arasındaki mine dış yüzeyinde, minenin şeffaf görüntü kaybı ile birlikte görülen tebeşirimsi görüntüdür. Klinik olarak böyle bir bulgunun varlığında; hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, radyografinin dışında, hiçbir şekilde çürüğün tipi, hacmi ve çevre dokular ile olan ilişkisi belirlenememektedir. Hastadan alınan radyografiler, tanıya götürücü bazı verilerin görüntü olarak elde edilmesini sağlamaktadır. Bu verilerin zenginliği, radyografik görüntünün kalitesi ile yakından ilgilidir (5).

Diş hekimliğine radyografinin girmesinden bu yana geçen süreç içerisinde, araştırmacılar bu buluşu amacına en uygun olarak kullanmak ve hem hasta hem de hekim açısından en yararlı sonucu elde etmek adına her gün yeni bir çaba içine girmişlerdir. Bu konuda sürdürülen çalışmalar, radyografinin elde edileceği yöntemden ziyade, gerçek tanıya yaklaşımı sağlayan en iyi dental görüntü kriterlerini tanımlamak ve bu niteliklere uyan radyografiyi elde etmek üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunun yanı sıra konuya koruyucu diş hekimliği açısından yaklaşmak gerekliliği, görüntü kalitesini diğer bir boyuttan inceleme zorunluluğunu da beraberinde getirmiştir. Böylece kaliteli bir radyografik görüntü elde etmeye çalışırken, ana amaç, yeterli bir tanıya varabilecek kadar düşük ışınlama ilkesi üzerine kurulmuş ve literatüre pratik olarak konseptin baş harflerinden oluşan **ALARA** (As Low As Reasonably Achievable) şeklinde geçmiştir (5). Hedefimiz canlı dokunun olabildiğince az radyasyona maruz bırakmak olduğuna göre, kilovoltaj, filtrasyon ve kon uzunluğunun artırılması, deri dozunun azalmasına neden olacaktır. Dolayısıyla, araştırmacıların kullandığı 70-90 kVp'de X ışınlarının büyük bölümü hastayı geçip film ya da görüntü alıcısı ile etkileşime gireceğinden hastanın aldığı dozu en aza indirgeyecektir (56). Dental

radıyolojinin erken dönemlerinden bu yana, kullanılan değişik görüntü sistemlerinin diagnostik doğruluğunu irdeleyen çalışmalar günümüze kadar güncelliğini korumuştur(5).

2.3.3. Dijital Radyografi

Son teknolojik gelişmeler dental radyografi alanında önemli ilerlemelere yol açmıştır. Bilgisayar teknolojisindeki bu tür gelişmeler dijital radyografi olarak bilinen filmsiz görüntüleme sistemi ile sonuçlanmış, diş hekimliğinde 1987 yılında kullanılmaya başlanmıştır.

Dijital görüntüler, direkt veya yarı direkt olarak bir dedektör yardımıyla ya da indirekt olarak var olan konvansiyonel bir radyografin taranması ve dijital görüntüye çevrilmesi yoluyla elde edilebilir. Dijital sistemler sadece intraoral görüntülerle sınırlı olmayıp aynı zamanda panoramik ve sefalometrik görüntüler de elde edilebilir (65, 67, 75). Dijital dedektörler, photostimulable phosphor-coated plate (PSP) ve solid state silikon iptir. Solid state çipler, charge coupled device (CCD) veya complementary metal oxide semiconductor (CMOS)'dur. Bu sistemler düşük radyasyon dozu, zaman kazancı, imaj güçlendirmesi ile dinamik görüntülerin elde edilmesinin yanı sıra görüntü kaydı, erişimi ve iletimine de olanak sağlarlar (67, 76, 77).

Dijital radyografinin amacı, diş hastalıklarının teşhis ve değerlendirilmesinde kullanılabilecek görüntüler meydana getirmek, film tabanlı radyografik metotlar gibi, hekime dişler ve destekleyici dokuları hakkında bol bilgi edinilmesini sağlamaktır.

Dijital radyografi;

- Lezyon ve hastalıkların tespit edilmesi, dişin ve evre dokularının durumunun incelenmesinde,

- şüphelenilen hastalıkların doğrulanmasında veya sınıflandırılmasında,

- Dental işlemler sırasında bilgi edinmede (kanal tedavi enstrumantasyonu ve implantların cerrahi olarak yerleştirilmesinde v.b),

- Büyüme ve gelişmenin değerlendirilmesinde,

-Çürükteki sekonder değişikliklerin, periodontal hastalıkların veya travmanın görüntülenmesinde,

-Hastanın belli zamanlardaki durumunun belgelenmesinde kullanılmaktadır.

Bir dijital görüntüleme sisteminde bulunması istenen özellikler ise şunlardır:

-Oluşturulan görüntünün diagnostik kalitesi iyi olmalıdır.

-Kullanılan radyasyon dozu filme eşit ya da daha düşük olmalıdır.

-Dijital görüntüleme teknikleri konvansiyonel X ışın cihazlarıyla uyumlu olmalıdır.

-Kayıpsız arşivlemeye olanak sağlamalıdır.

-Tüm işlemler için gerekli olan süre konvansiyonel radyografiye eşit ya da daha az olmalıdır (67, 78, 79).

2.3.3.1. Direkt dijital radyografi

Son yıllarda diş hekimliği alanında meydana gelen en büyük gelişmelerden biri **direkt dijital radyografi (DDR)** adı verilen görüntüleme sistemlerinin bulunuşudur. Bu sistemde film yerine intraoral bir sensör kullanılır ve banyo işlemlerine gerek olmaksızın görüntüler hemen monitörde gösterilir. İstenildiğinde bu görüntüler, hasta adına açılan dosyada uzun yıllar saklanıp tekrar ekrana getirilebilir. Böylece zaman içerisinde meydana gelebilecek değişiklikler karşılaştırılabilir (9).

Direkt dijital sistemler **gerçek zamanlı solid state** ve **yarı direkt fosfor plak** (photostimulable phosphor storage plate) **dedektörler** olmak üzere iki tiptir. Konvansiyonel dental röntgen cihazı kullanılarak, X ışını ile sensör yüzeyinde elektronik yük oluşturulur; bu elektronik sinyal dijitalleştirilerek, monitör aracılığı ile birkaç saniyede görüntülenir ve kolaylıkla üzerlerinde güçlendirici işlemler uygulanabilir. Daha sonra bu görüntüler yazıcı ile özel bir kağıda aktarılabilir. Değişik boyutlarda intraoral ve panoramik sensörler üretilmiştir. Özel olarak tasarlanmış sensör tutucu cihazlar vardır. Klinik kullanım esnasında sensörlerin tek kullanımlık plastik bir poşetle örtülmesi enfeksiyon kontrolü açısından önemlidir (65, 67, 80).

Konvansiyonel radyograflar, negatoskopta incelendiğinde gümüş (Ag) grenlerinin değişik dansitelerinin yapısı göz tarafından grinin değişik tabakaları olarak algılanır. Dijital sistemde, görüntü kaydı amacıyla gümüş (Ag) halid kristallerinin yerine çok sayıda ışığa duyarlı küçük elemanlar kullanılır. Görüntüyü yansıtabilmek için bilgisayar ekranından yayılan ışıktaki değişik gri tabakalar üretilir. Analog görüntüde gümüş (Ag) grenleri emülsiyonda rastgele dağılım gösterirken, dijital görüntü satır ve sütunlardan oluşmuş bir organize matriks içerisindeki geniş piksel (resim elemanı) koleksiyonunu içermektedir. Bu resim elemanları çok küçük olduklarından normal magnifikasyonda görülemezler (67).

Dijital görüntü **piksel** adı verilen resim elementlerinin bir matriksinden ibarettir. Her piksel organizmadaki karşılığı olan bölgenin X ışınını absorbe etme yeteneğine ait değeri gösterir. Matriks boyutu ise piksellerin tamamını içeren bütünü ifade etmektedir. Dijital görüntü sisteminin görüntü kalitesine ait değerlendirme, rezolüsyon ile eşdeğer olarak tanımlanıp, **Line-Pair Plate (LPP) testi**yle ölçümlenerek, **line pair per millimeter (lp/mm)** şeklinde ifade edilir. **Rezolüsyon** bir imajın çözümlenebilirliği anlamına gelmektedir. Farklı yoğunluktaki komşu alanları ayırma yeteneğine **kontrast çözünürlüğü** denir. Birbirinden ayrılabilen en küçük iki yapı arasındaki mesafe ise o aygıtın **geometrik rezolüsyonunu** gösterir. **Gürültü** (noise) hastayı geçerek dedektöre gelen X ışını fotonlarının sayısındaki istatistiksel değişiklik olarak tanımlanabilir. Gürültü, çözünürlüğü düşüren önemli bir faktördür. Daha basit bir anlatımla, gürültü duymak istediğimiz konuşmayı engelleyen parazite benzetilebilir. Bir dijital sistemin görüntü kalitesine ait yapılan değerlendirmede, sinyal-gürültü oranı ne kadar yüksekse sistemin görüntü kalitesi o kadar iyidir (5).

Intraoral direkt dental dijital radyografiler birbirinden farklı yoğunlukta tek tek piksellerden oluşmaktadır. Her bir bilgi ya da piksel digital hafızada bir byte'a karşılık gelmektedir. Dental amaçlı dijital görüntülerde 256 gri tonlamada, her byte genellikle 8 bit içerir. Diş hekimliğine giren ilk DDR sistemi **radiovisiography (RVG)** (Trophy Radiologie, Paris, France)'dir. Diğer tüm sistemler, isimlerinde "Radio", "Visio", "Graphy" tanımlamalarını

taşımasalar da, temelde aynı işleyiş özelliklerine sahiptirler. Son yıllarda Regam Medical Systems(Sundvall, Sweden) Sens-A-Ray adı altında, GendeX Dental Systems (Monza, Italy) VisualiX adı altında ve Villa Sistemi Medicali (Buccinasco, Italy) Flash Dent adı altında yeni direkt dental digital sistemleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışma prensipleri aynı olan bu sistemlerdeki farklılıkları, rezolüsyon değerleri, CCD tipi, matriks boyutları ve piksel oranları vb. oluşturmaktadır. Sistemlere ait CCD özellikleri değişiklik göstermektedir (5).

DDR esas olarak 4 bölümden oluşur (9, 81, 82).

1. Konvansiyonel röntgen cihazı: DDR yöntemlerinin tümünde ışın kaynağı olarak konvansiyonel röntgen cihazı kullanılır. Röntgen cihazı 50-90 kVp (ortalama olarak 65-70 kVp) arasında olabilir. Ancak DDR sensörleri X ışınına filmde daha hassas olduğu için, röntgen cihazı kısa ekspozur zamanı için ayarlanabilen özel bir elektronik zamanlayıcı ihtiva eder. Bu cihaz ile konvansiyonel röntgen filmi de çekilebilir (9,81-83).

2. İntraoral sensör: Sensör konvansiyonel röntgen tekniklerindeki filmin yerini tutan, farklı sistemlerde değişik boyutlarda olan (bir periapikal film büyüklüğü kadar veya daha küçük) sert plastik bir kılıf ile kaplı bir parçadır (9, 81, 82, 84, 85). Sensörün X ışınına hassas olan kısmı sensörün boyutundan daha küçüktür (9, 81, 82, 84, 86, 87). Bu yüzden incelenen bölge daha küçük olur ve dijital radyografinin en önemli avantajlarından birisi olan doz miktarındaki azalma, seri film çekimi işlemlerinde konvansiyonel röntgen işlemine göre daha fazla görüntü alındığı için ortadan kalkar (9, 81).

Sensör ışınlandığında, ışına maruz kalan ilk bölüm floresan ekrandır. Burası primer imaj reseptörü olarak rol oynar. Floresan ekranın altında, üzeri X ışınına duyarlı fosforla kaplanmış metal oksit bulunur. Metal oksitin arkasında ise fiber optik lifler yer alır. X ışınları buraya ulaştığı zaman içerisinden geçtiği dokunun özelliklerine göre floresan ışık meydana gelir. Meydana gelen ışık ya fiber optik lifler veya 7 adet küçük lensden oluşan konvansiyonel optikler vasıtasıyla CCD (charged-coupled device)'ye taşınır (89,56,86,88). Burada ışık elektrik sinyallerine çevrilir ve elastik bir kablo

vasıtasıyla DPU (display processing unit)'ya gönderilir. RVG sistemlerinde karşılaşılan en büyük sorun, CCD'nin sürekli X ışınları ile bombardımanı sonucu zaman içerisinde değişikliğe uğramasıdır. Bu nedenle Mouyen (54), floresan ekran ile CCD'nin arasına kurşunlu camla kaplanmış bir fiber optik blok yerleştirdi. Bu blok röntgen ışınlarındaki değişimlerden CCD'nin korunmasını sağlar ve sensörün ömrünü uzatır. Sensörlerin ortalama 30000-100000 ekspozluk ömrü olduğu bildirilmiştir (89,84,87).

CCD sensörlerinin çözünürlüğü konvansiyonel filmlerden daha düşüktür. **Rezolüsyon**, birbirine çok yakın olan cisimlerin birbirinden ayırt edilmesidir ve **mm'deki çizgi çifti** olarak ifade edilir. Dental filmlerin rezolüsyonu yaklaşık 12-16 lp/mm, CCD sensörünün rezolüsyonu yaklaşık 5-10 lp/mm arasındadır (9, 56, 87). İnsan gözü ise sadece 4-6 lp/mm arasındaki çözünürlüğü görür (89, 56). Bu verilere dayanarak CCD sensörlerinin dental işlemler için yeterli çözünürlüğe sahip olduğunu söylemek mümkündür.

DDR sensörü, röntgen ışınına konvansiyonel filmlerden daha hassas olduğu için verilen doz miktarı, RVG'de D-tipi filmlerin yaklaşık %23'ü, E-tipi filmlerin %41'i kadardır (9, 81, 82). RVG sensörü sert olduğu için, yumuşak film paketinin kıvrılması nedeniyle, konvansiyonel filmlerde oluşan imaj distorsiyonu RVG'de görülmez. Bununla birlikte X ışını tüpünün açılı olması veya pozisyonuna bağlı olarak oluşan imaj distorsiyonu, hem RVG hem de konvansiyonel radyografi tekniklerinde görülür.

Sensörün yerleştirilmesi zor değildir ve hastalarda ağrı gibi herhangi bir şikayete sebep olmaz. Ancak rubberdam kullanılıyorsa ve hastanın alveol kavsi dar ise, kaninler bölgesinde sensörün yerleştirilmesi zorluk çıkarabilir. Sensör ya doğrudan hasta tarafından tutulur veya bir sensör tutucu ile ağız içine yerleştirilir (9, 81, 84).

3. Display Processing Unit (DPU): Bu bölüm, hem CCD'den alınan elektrik sinyallerini işleyen, dijitalize eden ve depolayan elektronik ekipmanı hem de imajın gösterildiği televizyon ekranını ihtiva eder. Ekspojur yapıldığı zaman ekranda, sensörde oluşan primer imajın 4 katı büyüklüğünde bir imaj oluşur. İkinci bir imaj oluşturulduğu zaman, birinci imaj kaybolmaksızın

ekranın sağ tarafında ikinci bir görüntü ortaya çıkar. Bu Şekilde nceki imajlar kaybolmaksızın arka arkaya çok sayıda görüntü alınabilir (9, 81).

DPU, alınan imajlar üzerinde parlaklık, kontrast ayarlamalarına imkan sağlar. Elde edilen imajda siyah kısımlar beyaz, beyaz kısımlar siyah olmak üzere tersine çevrilebilir. İstenildiğinde orjinal görüntü tekrar ekrana getirilebilir (9, 81).

4. Yazıcı: Televizyon ekranında imajların daimi bir kaydını yapmak için bir printer gereklidir (9, 81). DPU'ya bağlanan bu yazıcı sayesinde monitördeki radyografinin tarih ve zamanı üzerinde olmak üzere fotoğrafı alınabilir. Ancak alınan bu görüntü kalitesi monitördeki kadar net değildir. Bu yüzden teşhis amacıyla değil arŐiv oluŐturup saklamak için veya hastanın isteği doğrultusunda hastaya vermek için kullanılabilir. Orjinal görüntü kaydedilip istenildiğinde tekrar ekrana getirilebilir (9). Tedavisi yarım kalan hastalarda, hastanın gittiği yerdeki hekimi yapılan işlemler açısından bilgilendirmek, gereksiz yere zaman harcanmasından kurtarmak ve hastanın da tekrar radyasyon almasını önlemek için alınan görüntüler bir diske kaydedilip hastaya verilebilir.

RVG ile alınan imajların kontrastını, parlaklığını manuel olarak deđiŐtirmek, görüntüler üzerinde ölçüm yapmak, renklendirmek ve negatifini almak mümkündür (9, 81, 89). Ayrıca zoom modu sayesinde görüntünün istenilen bölgesi büyütülüp daha detaylı olarak incelenebilir (9, 81, 82, 89). Böylece gözden kaçabilecek alveol kemiği, mine ve dentindeki küçük değişiklikler erken safhada tespit edilebilir.

Banyo işlemi gerekmediği için karanlık odaya duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır. ekim esnasında meydana gelebilecek hatalar anında düzeltilerek, hasta ve hekimin daha az zamanını alır ve görüntünün kısa sürede elde edilmesini sağlar. Banyo solüsyonlarının konsantrasyonunun bozulmasına bağlı olarak meydana gelen, film işleme standartlarındaki değişiklikler RVG'de görülmez. Böylece görüntü kalitesi sabit kalır.

Mine tabakası kalınlığının yarısından daha küçük çürük lezyonlarının hem konvansiyonel radyograf hem de RVG ile tespit edilmesi zordur. Lezyon mine kalınlığının yarısına kadar uzandığında veya daha fazla olduğunda

konvansiyonel radyograf ve RVG ile alınan sonuçların karşılaştırılabilir olduğu gösterilmiştir (9, 90).

Yarı direkt dijital görüntülemeye kablo ile bağlı olmayan fosfor kaplı plaka (phosphor-coated plate) kullanılmaktadır (40). PSP veya diğer adıyla "storage phosphor", dijital radyografide oldukça yaygın kullanılan bir dedektördür. Kablosuz sensör, X ışınlarına hassas fosfor materyaliyle kaplı, plastik bir plakadır(1). PSP sensör X ışınları ile etkileştiğinde, plaka üzerinde depolanan latent imajı oluşturur. Bu imaj daha sonra özel bir tarayıcı ile dijitalize edilir (2).

Yarı direkt fosfor görüntü plakalarının (storage phosphor plates) kullanıldığı sistemde ışıkla stimule olan fosfor lüminesens (photostimulable phosphor luminescence, PSPL) plaklar kullanılmaktadır. Bu plaklar baryum florohalid fosfor tabakası içermektedir. Tekrar tekrar kullanılabilen plaklar, X ışını tarafından uyarılınca oluşan foton enerjisini bünyesinde absorbe ederek saklar. Daha sonra görüntü plağı, bir lazer ışını ile tarandığı okuyucunun içerisine konur. Fosfor tabakasında bulunan enerji bir fotomultiplier tarafından tespit edilen ışık şeklinde açığa çıkar. Elde edilen bilgi buradan bilgisayara aktarılır ve monitörde gözlenir. Lazer tarama evresi nedeniyle bu yöntem diğerlerine göre daha yavaştır (65, 67, 81).

Storage fosfor materyalinde aranan özellikler şunlardır:

- 1- Tarama aşamasına kadar geçen sürede belirgin bir kalite azalmasına neden olmadan latent imaj oluşumu ile saklama işlemini gerçekleştirebilmelidir.
- 2- Latent imajdaki depolanmış enerjinin açığa çıkabilmesi için fosforun ışık ile yeterli derecede stimule edilmesi mümkün olmalıdır.
- 3- Açığa çıkan enerji stimule edici ışık varlığında incelenebilecek dalga boyunda olmalıdır (67, 91).

Fosfor plaklar X ışınlarından aldıkları enerjiyi emerler ve depolarlar. Daha sonra uygun dalga boylu başka ışık ile uyarılınca bu enerjiyi ışık (fosforesens) olarak açığa çıkarırlar. PSP materyali baryum florohalid ve europiumdan oluşmaktadır. Baryum, iyot, klor veya brom ile birlikte kristal

yapı oluşturur. Pratikte PSP oluşturmak için baryum florohalid materyali bir polimer ile birleştirilerek ince baz materyali içerisine yayılır. İntraoral radyografi için radyografik filme benzer bir polyester baz kullanılır. Europium valans elektronları yeterli radyasyon alınca iletim bandına hareket eder. Bu elektronlar komşu halojen boşluklara göç eder (Florohalid içerisindeki F merkezinde yakalanırlar). Yakalanan elektronların sayısı X ışını absorpsiyonu ile doğru orantılıdır. 600 nm civarındaki kırmızı ışık stimülasyonu ile baryum florohalid yakalanmış elektronları iletim bandına salarlar. Elektron, Eu^{+3} iyonuna dönüşünce enerji yeşil spektrumda 300-500 nm arasında salınır. Fiberoptikler ışığı PSP plaktan fotomultiplier tüpe iletir. Fotomultiplier tüp ışığı elektrik enerjisine çevirir. Voltaj sinyalinin analog-dijital dönüştürücü (ADC) ile ölçümü yapılır ve dijital imaj olarak görüntülenir (67, 92).

Işınlama öncesinde PSP plakları, önceki ışınlamadan dolayı oluşan artık imaj kalıntılarının eliminasyonu amacıyla silinir. Bu işlem plağın parlak ışık kaynağına maruz bırakılması yoluyla gerçekleştirilir. Fosfor plak okunduğunda yüksek yoğunluktaki ışık ile doldurulur, böylece varolan artık imaj kalıntıları silinir ve plak bir sonraki ışınlama için hazır hale getirilir. Latent imaj, ışığa maruz kaldığında silindiği için fosfor plağın aşırı miktarda arka plan ışığı ile ekspozite olmasından (karanlık oda ışığı dahil) kaçınılmalıdır. Bazı PSP sistemleri otomatik plak silme ışıkları içerirler (67, 91).

Işınlamayı takip eden zaman içerisinde, yakalanan elektronlar serbest kalırlar. Elektronların kaybı ışınlamadan hemen sonra en fazla düzeydedir. Yeterli ışını almış imajlar ilk 30 dakika kabul edilebilir imaj kalitesine sahip olabilirler. Ancak, ışınlamadan 30 dakika geçtikten sonra tarama yapılacaksa ışınlama süresinin arttırılması gerekmektedir (67, 93). Storage fosfor plaklar günlerce bekleseler de içerdikleri tüm bilgiyi kaybetmezler, ancak en iyi kalitedeki görüntülerin elde edilmesi açısından görüntülerin ilk on dakikayı geçirmeden taranması idealdir. Daha uzun süreler beklenmesi gerekiyorsa ve ilk on dakika içerisinde tarama olanağı yoksa plakların ışık sızdırmayan bir ortamda saklanması gerekir (67, 94).

Fosfor materyalin kalınlığı lazer ışınının difüzyonunu etkiler. Kalın fosfor plak tabakaları daha çok difüzyona neden olarak daha az rezolüsyon

sergilerler. Ancak, X ışını absorpsiyon kapasitesini arttırarak hızlı bir imaj reseptörü oluşmasını sağlar. Rezolüsyon, lazer ışın demetinin çapı ile ters orantılıdır. Dönen aynanın vibrasyonu ve tarayıcı dizaynı efektif ışın çapını arttırır. Fosforlar zaman içerisinde stabil olsalar da plaklara zarar gelebileceği için kullanırken dikkatli olunmalıdır. Fosfor plakların üzerindeki toz birikimi imaj kalitesini etkileyebilir; bu yüzden plaklar periyodik olarak screen temizleyici ile temizlenmelidir (67, 91).

Sensör, termal yöntemler ile steril edilemez. Otoklava konulamaz. Ancak dezenfektan solüsyonlar ile silinerek dezenfeksiyonu sağlanabilir. Sensörlerin klinik kullanımı esnasında kontaminasyonu engellemek için sensörün üzeri plastik bir kılıf ile kaplanır. Yine de sterilizasyonun bozulmaması için değiştirilebilen plastik kılıflarla veya poşetlerle kullanılmalıdır. Sensörler plastik koruyucular ile kaplandıktan sonra hasta ağzında görüntüsünü almak istediğimiz bölgeye yerleştirilir. Sensörlerin dış yapısı sert plastiktir. Sert oluşu geometrik distorsiyonu engellemekle birlikte, alt çene arka bölgeye ve ark köşelerine yerleştirmede güçlük yaratabilmektedir. Sensörler ya sensör tutucularla ya da hastanın parmak basısı ile ağızda sabitlenir. Konvansiyonel radyografi cihazı ile hekim istediği pozisyonda açılama ile ışınlama yapar. Eğer hekim isterse sensörün konumu değiştirilmeden arka arkaya değişik açılarla ışınlamalar yapılabilir (95).

2.3.3.2. İndirekt Dijital Radyografi

İndirekt dijital analizin esas ilkesi ise konvansiyonel radyografların üzerine kaydedilen görüntülerin dijital bilgiye dönüştürülmesidir. Radyografların dijitalize edilmesiyle analog görüntü bilgisayar tarafından okunup analiz edilebilecek bir şekle dönüştürülmektedir.

İndirekt dijital görüntülerin elde edilmesi dört bölümde olur:

1-Radyografisi istenilen bölgenin konvansiyonel teknik ile radyografinin elde edilmesi,

2-Dijitalizasyon işlemi,

3-Görüntü işleme,

4-Görüntünün bilgisayar ekranında izlenmesi.

İndirekt digital radyografi kontrast ve dansite ayarlamasıyla, detayların görülebilmesine ve tanı açısından optimal bir görüntüye izin vermektedir. Diğer avantajları, direkt digital radyografide olduğu gibi bilgileri saklaması ve istenilen yere görüntü iletimi yolu ile tanıda konsültasyona olanak sağlamasıdır.

Görüntünün indirekt olarak digitalize edilmesinde çeşitli yollar izlenebilmektedir. Bu yollardan bir tanesi; illümine edilmiş bir radyografin, foto çoğaltıcı bir tüp yardımıyla taranıp, çıkış sinyallerinin digital bilgilere çevrilerek, bilgisayarda bu digital bilgilerin görüntülenmesi esasına dayanır. Diğer yolların tümünde, alıcı olarak bir televizyon kamerası, görüntünün yansıtıldığı yer olarak ise bir televizyon ekranı ya da video yazıcı kullanılmaktadır. Sonuç olarak görüntüyle ilgili olan digital bilgilerin manipüle edilebilir ve saklanabilir bir şekil alması amaçlanmaktadır (2, 72).

2.3.4. Dental Volumetrik Tomografi

Dental volumetrik tomografi sistemi kısa tarama süresi içerisinde yüksek kalitede üç boyutlu görüntüler oluşturmaları ve uygulama kolaylığı ile diş hekimliği radyolojisi için bir devrim ve yeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda çok hızlı bir gelişim gösteren dijital radyografi teknolojisinin yardımıyla ortaya çıkan ve sadece dentomaksillofasiyal görüntülerin elde edilmesinde uygulanan dental volumetrik tomografi tarayıcıları diş hekimliği uygulamalarında her geçen gün daha fazla kullanım alanı bulmaktadırlar.

Bilgisayarlı tomografi tarayıcıları, kullanılan x-ışını demeti geometrisine göre fan beam ve cone beam olarak iki grup altında incelenebilir.

Fan beam tarayıcılarda, x-ışını kaynağı ve solid-state dedektör, dönen bir gantry'e (x-ışın tüpünü taşıyan kısım) oturtulmuştur. Verinin elde edilmesi, dar fan şekilli x-ışını demeti kullanılarak hastanın taranması ile olmaktadır. Genellikle aksiyel planda ışınlanan hastadan kesit kesit alınan görüntüler ile 2 boyutlu görüntüler oluşturulur.

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi tekniğinde, hasta başının etrafında 360° dönerek tarama yapmak amacıyla iki boyutlu X ışını

sensörünün merkezinde bulunan dairesel veya dikdörtgen konik biçimli X ışını demeti kullanılır.

Dental volumetrik tomografi; dentomaksillofasiyal cerrahi, endodonti, periodontoloji ve ortodonti alanlarında kullanılabilmektedir. Dental volumetrik tomografi; uygulama kolaylığı, kabul edilebilir radyasyon dozu, hızlı tarama özelliği, ekonomik olması, görüntülerin yüksek kalitesi ve artefaktların az olması ile konvansiyonel bilgisayarlı tomografiye oranla daha avantajlıdır.

Konik ışınli tomografi sayesinde her derecede bir ışınlama ile toplam 180-360 ışınlama yapılır. Işınlama süresi yaklaşık 17 saniye ile 1 dakika arasındadır. Uzaysal çözünürlüğü bilgisayarlı tomografinin dört katı kadardır (2 lp/mm) ve 1:1 görüntü verir. Bilgisayarlı tomografiden daha ekonomik, daha hızlı ve bakımı daha kolaydır. Radyasyon dozu da bilgisayarlı tomografi taramasına göre %3 - %20 daha azdır (96).

Piyasada çeşitli firmaların sunduğu cihazlar vardır ve birçok yeni sistem piyasaya çıkmak üzeredir. En çok bilinen konik ışınli tomografi sistemleri şunlardır.

1. 3D Accuitomo (Morita, Japonya)
2. Aperio Services LLC New Tom Plus (Verona, İtalya)
3. Imaging Sciences Int. Is-ICAT (ABD)
4. Hitachi Medical Systems CB Mercuray (ABD)
5. ILUMA (Imtec Imaging, Ardmore, ABD)

Konik ışınli tomografinin seçilmiş hasta vakalarında, kök kırığı ve kök rezorbsiyonunun üç boyutlu değerlendirilmesi ile birlikte tedavi planlamasındaki klinik uygulaması gösterilmiştir (97, 98). Kliniklerde kullanılmakta olan geniş görüntü alanlı konik ışınli dental bilgisayarlı tomografi cihazlarının efektif ışınlama dozları konvansiyonel panoramik radyograflara oranla daha fazladır (99).

Bu çalışmanın amacı invitro koşullarda arka grup dişlerde ara yüz çürüklerinin teşhisinde gözle muayene, konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve dental volumetrik tomografi tekniklerini kullanarak yapılan skorlamaların histolojik değerlendirme kriterleri ile karşılaştırılarak incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda 230 adet aşırı madde kaybı olmamış çürüklü premolar ve molar dişler ile periodontal ve ortodontik nedenlerle çekilmiş çürüksüz premolar ve molar dişler gözle seçilerek kullanıldı. Çekimden sonra musluk suyu içerisine konulan dişler kretuvar kullanılarak diş taşları ve diğer eklentilerinden uzaklaştırıldı. Dişler dezenfeksiyon amacıyla 20 dakika %2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletildi. Dişler deney zamanına kadar distile su içinde saklandı.

Akril bloklara gömülmeden önce 230 adet dişin tüm yüzeyleri pomza ve yumuşak kıl fırça kullanılarak mekanik olarak temizlendi. Çalışma için rastgele seçilen dişler kronları açıkta kalacak şekilde beşerli gruplar halinde kontaktlı olarak akril bloklara gömüldü (Şekil 3.1). Dişler akril bloklara gömülürken üst çenede yer alan dişlerin üst çenedekilerle alt çenede yer alan dişlerin ise alt çenedeki dişlerle yan yana gelmelerine özen gösterildi. Bloklar ve dişler numaralandırıldı. Üç farklı radyografi ve dental volumetrik tomografi yöntemi ile beşli grubun ortasındaki üç diş olmak üzere 46 blokta toplam 138 dişin mezyal ve distal yüzleri değerlendirildi. Tüm değerlendirmeler üç uzman diş hekimi tarafından birbirinden bağımsız olarak ve ikişer defa yapıldı. Değerlendirmeler arasına iki haftalık zaman dilimleri konularak bir önceki değerlendirmenin gözlemcileri etkilememesi amaçlandı. Gözlemler yapılmaya başlanmadan önce çalışmaya katılacak olan her üç gözlemciye de yorumlama sırasında hangi kriterleri kullanacaklarının açıklandı.

3.1. Gözle muayene yöntemi ile dişlerin değerlendirilmesi:

Gözlemciler, puar ile kurutulan akril bloklardaki dişlerin ara yüzlerini gün ışığında ayna sond yardımıyla değerlendirerek skorları kaydetttiler. Gözlemcilere akril blokları ellerinde inceleme izni verildi.

Gözle muayene yöntemi ile değerlendirme skalası Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Dişlerdeki çürük durumunun tespitinde gözle muayene yönteminde kullanılan değerlendirme skalası.

SKOR	KRİTER
0	Çürük lezyonu tespit edilmedi.
1	Minede opak görüntü, pürüklü yüzey veya kavitasyon izlendi.
2	Dentinde kavitasyon tespit edildi.
3	Dentinde pulpaya kadar ilerlemiş kavitasyon izlendi.



Şekil 3.1. Beşerli diş grupları halinde hazırlanan akril bloklar.

Her ışınlamada standart şartları oluşturmak için hazırlanan düzenekte akril bloklardaki dişlerin ön kısmına yumuşak doku simülatörü olarak 1 cm. kalınlığında akril blok konularak radyografları ve dental tomografi görüntüleri elde edildi. Radyografik muayene olarak konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve dental volumetrik tomografi teknikleri kullanıldı.

3.2. Konvansiyonel radyografi tekniği ile dişlerin değerlendirilmesi:

Akrilik diş bloklarından 3x4 cm boyutunda Kodak marka D grubu periapikal filmler kullanılarak 30 cm.'lik fokal spot-obje mesafesinden ve

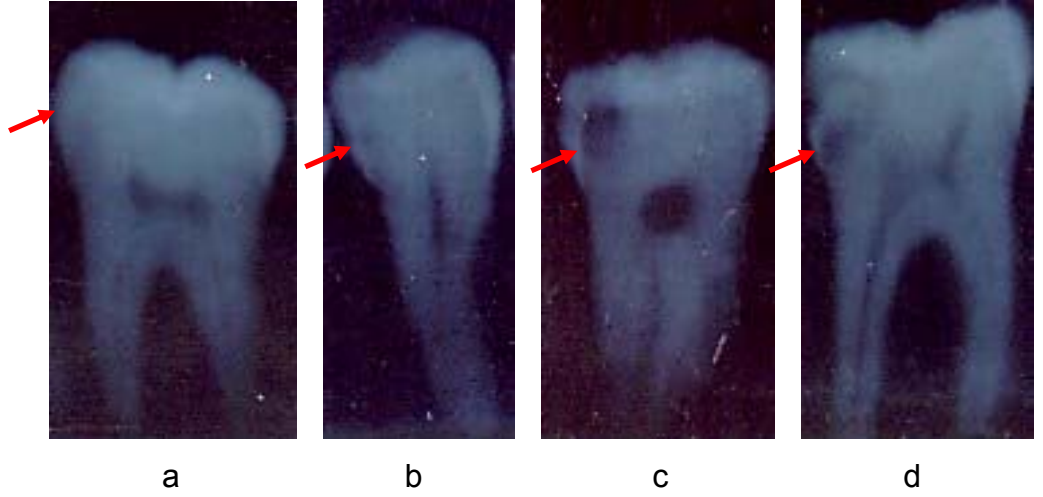
dişlerin bukkal yüzeylerinden ve üretici firmanın önerisi doğrultusundaki doz ayarları kullanılarak 10mA, 70 kVp'de çalışan x ışını ünitesi (Trophy Radiology, France) ile 0.40 sn ışınlama yapıldı (Şekil 3.2). Radyografiler paralel teknik ile alındı. Çekilen radyografların banyosu, çekildikten hemen sonra merdaneli otomatik banyoda (Velopex, England) yapıldı. Akril bloklara gömülü dişlerden konvansiyonel radyografi tekniği ile elde edilen radyograflarda gözlemciler tarafından Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirilmesi yapıldı (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. X ışını ünitesi.

Tablo 3.2. Dişlerdeki çürük durumunun tespitinde konvansiyonel radyografi yöntemiyle alınan radyografların ve direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve dental tomografi yöntemiyle alınan görüntülerin değerlendirmesinde kullanılan skala.

SKOR	KRİTER
0	Ara yüzde çürük tespit edilmedi.
1	Ara yüzde minede radyolüsensi (mine çürüğü) tespit edildi.
2	Ara yüzde dentinde radyolüsensi (dentin çürüğü) tespit edildi.
3	Ara yüzde pulpaya ilerlemiş radyolüsensi (derin dentin çürüğü) tespit edildi.



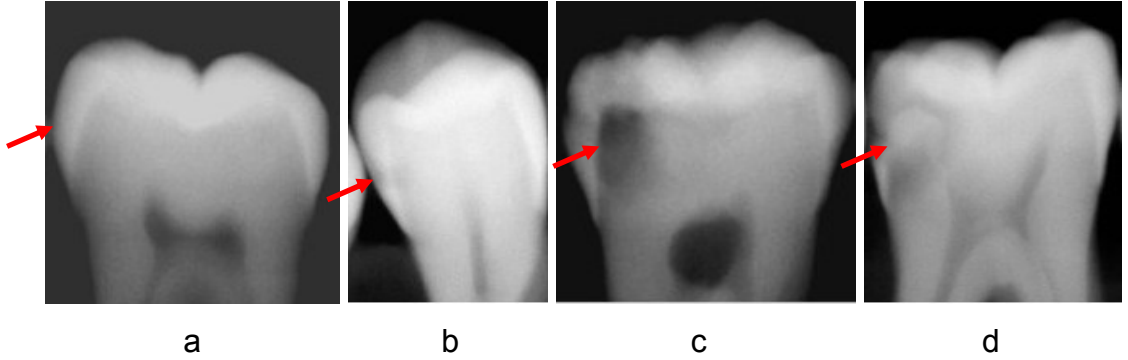
Şekil 3.3. Konvansiyonel radyografi tekniği ile elde edilen radyografların Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2, d-Skor 3.

3.3. Direkt Dijital radyografi (DDR) tekniği ile dişlerin değerlendirilmesi:

Akrilik diş blokların DDR görüntüleri, CCD (Charge Couple Divise) sensörlü dijital görüntüleme sistemi (Trophy RVG, France) kullanılarak, paralel teknikle, 30 cm.'lik fokal spot-obje mesafesinden ve dişlerin bukkal yüzeylerinden 10mA 70 kVp'de çalışan x ışını ünitesi ile 0.08 sn ışınlama yapılmak suretiyle elde edilerek bilgisayara kaydedildi (Şekil 3.4). Akril bloklara gömülü dişlerden direkt dijital radyografi tekniği ile elde edilen bilgisayar görüntülerinde gözlemciler tarafından Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmesi yapıldı (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Diş bloklarının DDR görüntülerini elde etmek için kullanılan CCD sensörlü dijital görüntüleme sistemi.



Şekil 3.5. Direkt dijital radyografi tekniği ile elde edilen bilgisayar görüntülerinde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2, d-Skor 3.

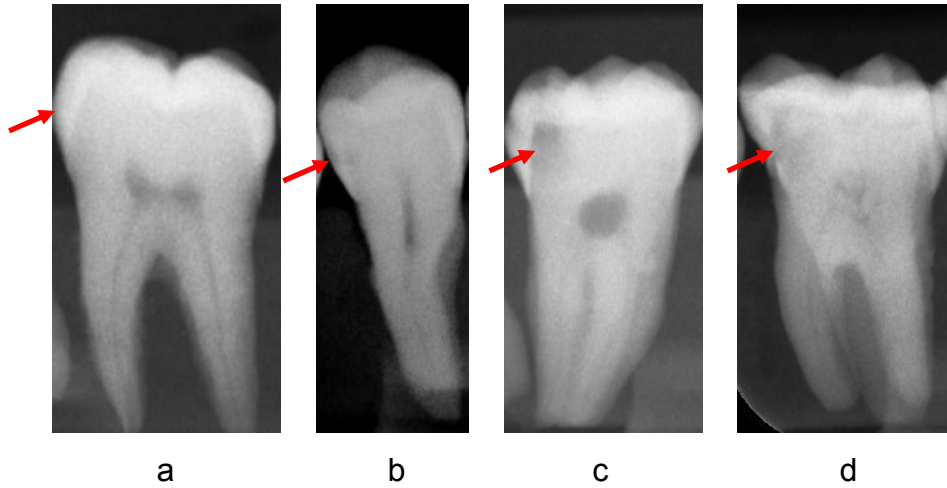
3.4. Yarı direkt dijital radyografi tekniği (Digora Optime) ile dişlerin değerlendirilmesi:

Yarı direkt dijital görüntülerin elde edilmesinde ise paralel teknikle, 30 cm.'lik fokal spot-obje mesafesinden ve dişlerin bukkal yüzlerinden 10mA, 70 kVp'de çalışan x ışını ünitesi (Trophy Radiology, France) ile 0.40 sn. ışınlanan fosfor plaklar Digora Optime cihazı (Şekil 3.6) kullanılarak tarandı

ve bilgisayara kaydedildi. Akril bloklara gömülü dişlerden yarı direkt dijital radyografi tekniği ile elde edilen bilgisayar görüntülerinde gözlemciler tarafından Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmesi yapıldı (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Dişlerin yarı direkt dijital görüntülerini elde etmek için kullanılan Digora Optime cihazı.



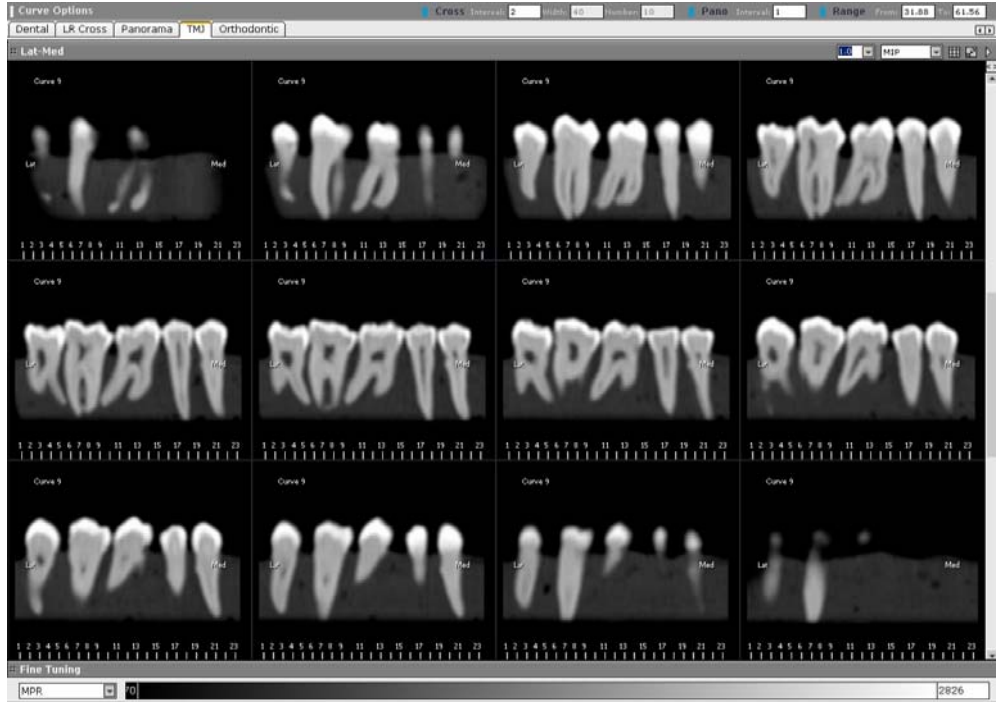
Şekil 3.7. Yarı direkt dijital radyografi tekniği ile elde edilen bilgisayar görüntülerinde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2, d-Skor 3.

3.5. Dental volumetrik tomografi (Iluma) ile dişlerin değerlendirilmesi:

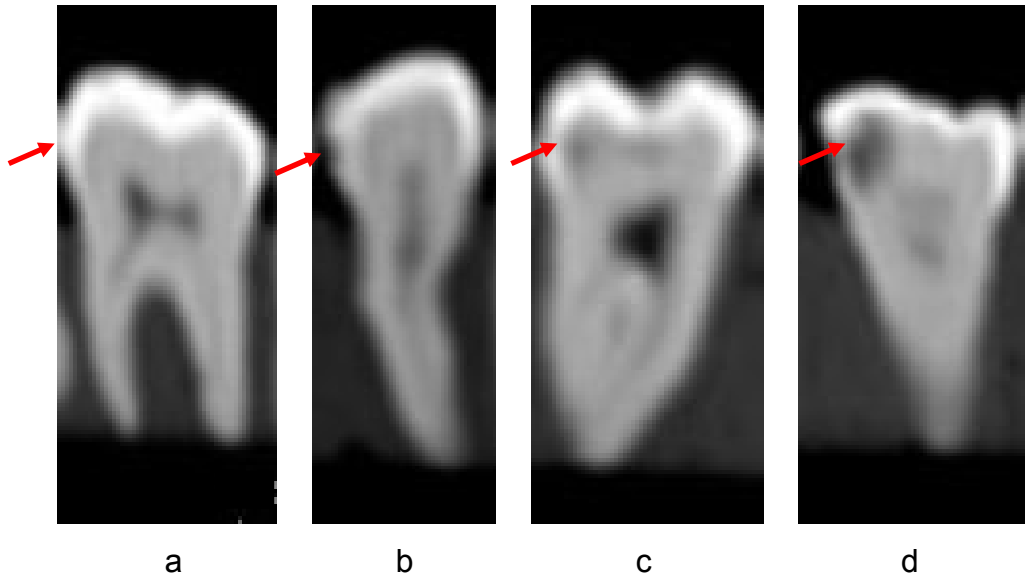
Dişlerin dental tomografi görüntüleri 3.8mA 120 kVp'de alışan Iluma Cone Beam CT cihazında (şekil 3.8) 17 sn. ışınlama yapılarak elde edildi. Bilgisayarda Iluma 3D programıyla her bloğun 12 adet kesit görüntüsü alındı (şekil 3.9). Alınan bu kesitler daha sonra gözlemciler tarafından değerlendirilmek üzere bilgisayara kaydedildi. Akril bloklara gömülü dişlerden dental volumetrik tomografi ile elde edilen görüntülerde gözlemciler tarafından Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmesi yapıldı (şekil 3.10).



şekil 3.8. Dişlerin dental tomografi görüntülerini elde etmek için kullanılan Iluma Cone Beam CT cihazı (100).



Şekil 3.9. Iluma Cone Beam CT cihazı ile dişlerden elde edilen dental tomografi görüntüleri.



Şekil 3.10. Dental volumetrik tomografi ile elde edilen görüntülerde Tablo 3.2'deki skalaya göre çürük değerlendirmeleri. a-Skor 0, b-Skor 1, c- Skor 2, d-Skor 3.

Gözlemciler değerlendirmelerini konvansiyonel radyograflarda bir negatoskop üzerinde istendiğinde büyüteç (x2) kullanarak, DDR, Digora ve dental volumetrik tomografi görüntülerinde ise sistemlerin kendilerine ait

yazılımlarında ve yüksek kaliteli 17” Samsung SyncMaster bilgisayar ekranında değerlendirildi.

Konvansiyonel radyografi yöntemiyle alınan radyograflar ile direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve dental tomografi tekniğiyle alınan görüntüler gözlemciler tarafından Tablo 3.2’de belirtilen çürük skalasına göre skorlandı.

3.6. Histolojik değerlendirme:

Dişler kesim cihazına uygun şekilde hazırlanan akril bloklara gömüldü. Accutom-50 (Struers, Denmark) hassas kesim cihazıyla (Şekil 3.11) hazırlanan bloklardan dişlerin mezio-distal yönüne denk gelecek şekilde ortalama 400 mikron kalınlığında seri kesitler hazırlandı (Şekil 3.12). Alınan kesitlerden çürüğün en derin olduğu kesit araştırmacılar tarafından değerlendirildi.



Şekil 3.11. Histolojik kesitleri hazırlamak için kullanılan Accutom-50 (Struers, Denmark) hassas kesim cihazı.

Tablo 3.3. Dişlerden elde edilen histolojik kesitleri değerlendirmek için kullanılan skala.

SKOR	KRİTER
0	Ara yüzde çürük lezyonu tespit edilmedi.
1	Ara yüzde minede yer alan çürük lezyonu tespit edildi.
2	Ara yüzde mine-dentin birleşimini içeren veya dentin kalınlığının ½ dış yüzeyinde yer alan çürük lezyonu tespit edildi
3	Ara yüzde dentin kalınlığının ½ iç yüzeyinde yer alan çürük lezyonu tespit edildi.

3.7. İstatistiksel Analiz

Bir tanı sisteminin işleyişine ait bilgi edinmede, o tanı sisteminin duyarlılık ve seçicilik oranlarına bakılması gerekmektedir. Çalışmamızda da radyografik ve tomografik tanı yöntemlerinin duyarlılık ve seçicilik değerleri hesaplandı. Yeni bir tanı sisteminin değerlendirilmesi, prensip olarak hastalığa sahip belli sayıdaki bireylerin altın standart gibi doğruluğu kabul edilmiş bir test sonucuna ait bilgilerin saptanarak kullanılması ile başlar. **Altın standart**, hastalığı kesinlikle ortaya çıkardığı ve tanımladığı düşünülen herhangi bir tanı metodudur (2).

Çalışmamızda, altın standart olarak histolojik inceleme metodunun kullanılması uygun görülmüştür.

Bir diagnostik sistemin işleyişine ait özellikleri inceleyecek olursak;

Duyarlılık: Gerçekten hasta olan bireylerin test tarafından hangi oranda saptanabildiğini belirtir. Testin gerçek hastaları ortaya çıkarmakta ne kadar duyarlı olduğunu belirler (2). Duyarlılık sistemin gerçek pozitif oranıdır (5).

Pozitif sonuç vermiş hastalıklı olgular

Duyarlılık =-----

Toplam hastalıklı olgular (gerçek pozitif+ yalancı negatif)

Seçicilik: Bir testin gerçekten hasta olmayanları ayırabilme yeteneğini belirten orandır (2). Seçicilik sistemin gerçek negatif oranıdır (5).

Negatif sonuç vermiş hastaliksız olgular

Seçicilik = -----

Toplam hastaliksız olgular (gerçek negatif + yalancı pozitif)

Herhangi bir testin kullanılabilir sayılabilmesi için katı eşik değerleri verilmez, ancak duyarlılık ve seçiciliğin (hangisi özellikle önem taşıyorsa) %80'in altında bulunması sonuçlarda aşırı kuşku oluşturur. Bir testin kullanılabilirlik kararı incelenen hastalığın özelliklerine, çevre ve toplumdaki gerçek duruma göre değişir. Testlerin seçimine ilişkin bir takım kurallar vardır. Bunların duyarlılık ve seçicilik ile ilgili olanları şöyledir:

1) Duyarlılığı yüksek test seçimi:

Göz ardı edilemeyecek ciddi bir hastalık eğer tedavi edilebilir özellikte ise ve yanlış pozitiflerin belirlenmesi bu olgularda psikolojik ve ekonomik olumsuzluklar oluşturmuyor ise (örnek: tansiyon hastası olmayan bir hastanın, tansiyonunun yüksek çıkması gibi) duyarlılığı yüksek test tercih edilir.

2) Seçiciliği yüksek test seçimi:

Ciddi ancak zor tedavi edilebilir hastalıklar bu testin kapsamındadır. Eğer hastalık olmadığı haberi sağlıksal ve psikolojik öneme sahipse yanlış pozitifler psikolojik ve ekonomik zarar yaratacaksa (örnek: kanser hastalar) bu test tercih edilir.

3) Yüksek doğruluklu test seçimi:

Hastalık ciddi, ancak tedavi edilebilir özellikte olup yanlış pozitif ve yanlış negatifler ağır sonuçlara katlanmak durumunda iseler (örnek: diyabetli hastalar) yüksek doğruluklu test tercih edilir (2, 106).

Çalışmamızda çürüğün zamanında ve doğru olarak tespit edilmesi, hem dişle ilgili koruyucu önlemlerin alınmasını, hem de diş kayıplarının önüne geçilmesini sağlayacaktır. Bu açıdan bakıldığında tanı yönteminin duyarlılığının yüksek olması önemlidir. Diğer bir yandan seçiciliği düşük bir tanı yöntemi, gereksiz yere çürük varmış gibi dişin açılarak zarar görmesine ve hastanın ekonomik sıkıntıya uğramasına neden olacaktır. Sonuç olarak diş hekimliğinde çürük tanısında kullanılan yöntemlerin; yüksek doğruluklu testler olması gerekmektedir.

Radyografik yöntemlerin çürük düzeylerinden elde edilen duyarlılık ve seçicilik değerlerinin kendi arasında karşılaştırılmasında, **Mc Nemar testi** uygulanmıştır.

Her iki ölçümde ortaklaşa olarak sağlam ve çürük olarak tespit edilen diş sayısı, testi iki ölçüm arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamsızlığına götürür. Diğer bir ifade ile her iki gözlemcinin zıt teşhis koyduğu değerlerin küçük olması yine iki gözlemci arasındaki farkın, istatistiksel olarak anlamsızlığına götürür (2).

Ortak karar verme eksikliğinin sebeplerinden olan ve göz önüne alınması gereken faktörler; "**gözlemciler arası**" (interobserver) ve "**gözlem içi**" (intraobserver) varyasyonlardır. Bu varyasyonların mevcudiyeti periapikal, periodontal ve kökler arası bölgedeki patolojileri inceleyen radyografik çalışmalarda vurgulanmıştır.

Araştırmalarda, sadece bir gözlemcinin yorumlarının değerlendirilmesi ancak o gözlemcinin performansı hakkında bir fikir verir. Bir teşhis yöntemi değerlendirileceği zaman, çok sayıda gözlemcinin yorumlarının göz önüne alınması kullanılan yöntemin geçerliliğinin değerlendirilmesi hakkında daha tarafsız bir fikir verir. İlave olarak, bir gözlemle yapılan hiçbir değerlendirme güvenilirlik hakkında bilgi vermeyeceği için gözlemcilerin belirli bir süre sonra işlemin tekrarı ile yorumları, yani gözlemcinin kendisi ile karar birliğine varması önemlidir.

Gözlemciler arasındaki eğitim ve tecrübe farkları, her gözlemci tarafından değişik kriterlerin kullanılmasına yol açacaktır. Bunun sonucu olarak, gözlemciler arası varyasyon artacaktır. Bu sorun, gözlemler

yapılmaya başlanmadan önce çalışmaya katılacak olan her gözlemciye yorumlama sırasında hangi kriterleri kullanacaklarının açıklanmasıyla çözülebilir. Diğer bir faktör ise, radyografik görüntü üzerindeki ölçüm noktalarının veya lezyonun ne kadar belirgin olarak tanımlanabildiğidir.

Belirli zaman aralıklarıyla olan değişimlerin belirlenmesi amaç edinilmişse, gözlemin geçerliliği güvenilirliğinden daha çok önem kazanır. Düşük geçerlilik değeri, gerçek değişimden çok ölçümler arasındaki varyasyonları gösterecektir (2).

Doğruluk oranı (Tanı değeri, Diagnostik value): X hastalığına ilişkin bir medikal testin, bir birey gerçekten hasta ise hasta, hasta değilse hasta olmadığını tanımlama oranıdır (2).

Gözlem içi ve gözlemciler arası tekrar edilebilirlik düzeylerini ölçmek için **Ağırlıklandırılmış Kappa istatistik yöntemi** kullanılmıştır. Kappa istatistiğine göre uyum değerlendirmesi Tablo 3.4'te gösterilmiştir. Bu testin sonucu gözlemciler arası ve gözlem içi güvenilirlik ölçüsü olarak ifade edilir. Çalışmamızda tekrar edilebilirlik araştırmasına 3 gözlemci katılmıştır.

Tablo 3.4. Kappa istatistiğine göre uyum değerlendirmesi (102).

Kappa katsayısı	Yorumu
<0.10	Uyum yok
0.10-0.40	Zayıf uyum
0.41-0.60	Belirgin uyum
0.61-0.80	Güçlü uyum
0.81-1.00	Mükemmele yakın uyum

ROC (Receiver Operating Characteristic) analizi: ROC analizi Peterson ve arkadaşları tarafından ortaya konan elektronik sinyal tespiti mekanizması kavramından geliştirilmiştir (107). İlk kez İkinci Dünya Savaşı sırasında radar operatörlerinin parazitli bir fonda sinyalleri algılayabilme kapasitelerini değerlendirmede kullanılmıştır. 1960'ın sonlarında ROC analizi radyografik görüntüye uygulanmış ve diş hekimliğinde de kullanılmaya başlanmıştır (29). Nytun ve arkadaşları (108), ilk kez diş çürüklerinin değerlendirilmesinde ROC analizini; mine çürüğü kesinlikle yok, mine çürüğü olmayabilir, belirsiz, mine çürüğü olabilir, mine çürüğü kesinlikle var

şeklindeki skalasını kullanarak ortaya koymuştur. Bu sistemde gözlemci, hastalığın varlığına dair kararında kesinleştikçe gerçek pozitif yanıtlarının oranı artma gösterir, fakat aynı anda yalancı pozitif oranı da artmaktadır. ROC analizinde gerçek pozitif yanıtların oranı yalancı pozitif yanıtlara karşılık ROC eğrilerini oluşturur. Gerçek pozitif oranı duyarlılığı, yalancı pozitif oranı ise seçiciliği verir. Eğrinin altındaki alan olarak tanımlanan Area Under the Curve (AUC) değerlendirilmekte olan sistemin diagnostik doğruluğuna ait bilgiyi içermektedir. Eğrinin altındaki alan ne kadar büyük ise incelenen sistem o kadar iyidir (29, 109). Çalışmamızda bütün teşhis yöntemlerinin doğruluğu ROC analizi ile incelenmiş ve her üç gözlemci için ROC analiz grafikleri hazırlanmıştır.

BULGULAR

Çekilmiş diş yüzeylerinin gözle muayenesi ile konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve volumetrik tomografi teknikleri ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi için üç gözlemci birbirlerinden bağımsız olarak iki hafta ara ile her yöntem için iki okuma yapmışlardır.

Gözlemcilerin iki okuması arasındaki uyum ve gözlemciler arasındaki uyum **ağırlıklandırılmış kappa test istatistiği** ile incelenmiştir. Her bir gözlemcinin okumaları arasındaki uyum 0.739 ile 0.928 arasında değişkenlik gösterirken (Tablo 4.1) gözlemciler arasındaki uyum 0.631 ile 0.811 arası değişkenlik göstermiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.1. Gözlem içi uyum değerlendirmelerinin ağırlıklandırılmış kappa test istatistiği sonuçları.

	Gözlemci 1	Gözlemci 2	Gözlemci 3
	A.Kappa-St.Sapma	A.Kappa-St.Sapma	A.Kappa-St.Sapma
Gözle muayene	0,739-0,052	0,840-0,031	0,914-0,029
Konvansiyonel radyografi	0,827-0,035	0,868-0,025	0,893-0,027
Direkt dijital radyografi	0,810-0,047	0,856-0,031	0,794-0,047
Yarı direkt dijital radyografi	0,819-0,035	0,878-0,026	0,827-0,046
Volumetrik tomografi	0,846-0,035	0,759-0,039	0,928-0,022

Tablo 4.2. Gözlemciler arası uyum değerlendirmelerinin ağırlıklandırılmış kappa test istatistiği sonuçları.

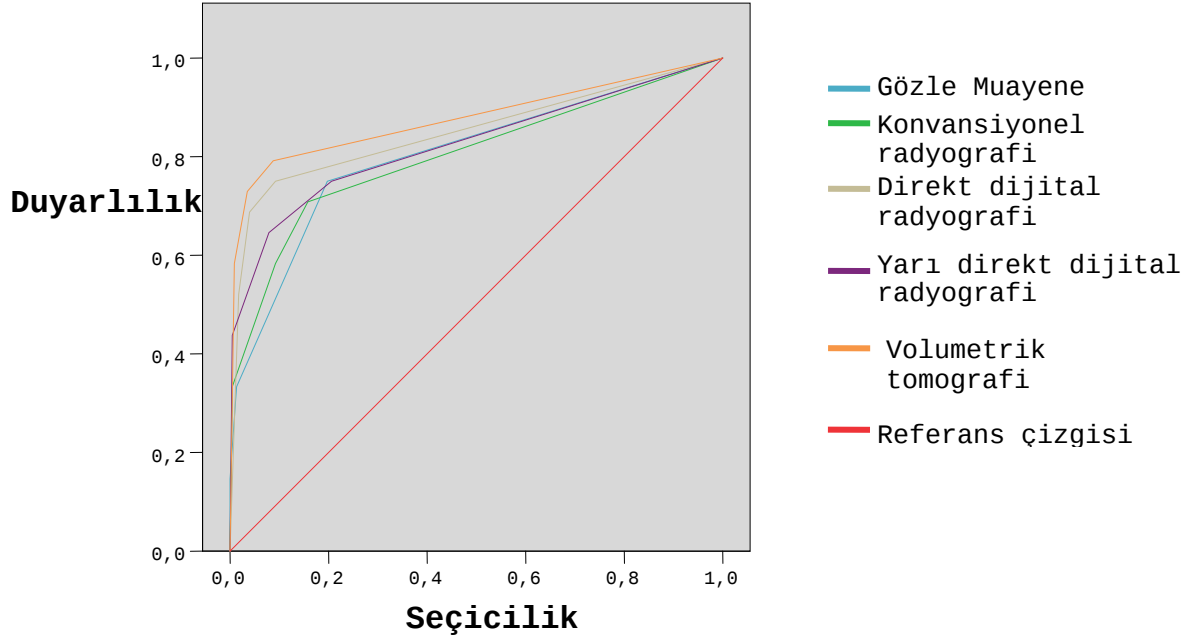
	Göz. 1 – Göz. 2	Göz. 1 – Göz. 3	Göz. 2 – Göz. 3
	A.Kappa-St.Sapma	A.Kappa-St.Sapma	A.Kappa-St.Sapma
Gözle muayene	0,631-0,062	0,657-0,064	0,665-0,057
Konvansiyonel radyografi	0,699-0,049	0,750-0,044	0,759-0,042
Direkt dijital radyografi	0,746-0,045	0,769-0,048	0,777-0,041
Yarı direkt dijital radyografi	0,774-0,039	0,790-0,040	0,811-0,036
Volumetrik tomografi	0,695-0,051	0,802-0,047	0,802-0,039

Tablo 4.1’de gözlem içi uyumların kappa istatistiğine göre güçlü hatta mükemmele yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle yöntemlerin karşılaştırılması her bir gözlemcinin ilk okumaları alınarak yapılmıştır.

Tablo 4.2’de ise her bir teşhis yöntemi için yapılan ağırlıklandırılmış kappa test istatistiği sonuçlarında 3 hekimin birbirleriyle uyum derecesinin güçlü olduğu tespit edilmiştir.

Her bir teşhis yönteminin doğruluğu **Receiver Operating Characteristic (ROC) analizi** ile incelenmiş ve bu incelemeler her bir gözlemci için ROC analiz grafiği olarak gösterilmiştir (Şekil 4.1, 4.2, 4.3).

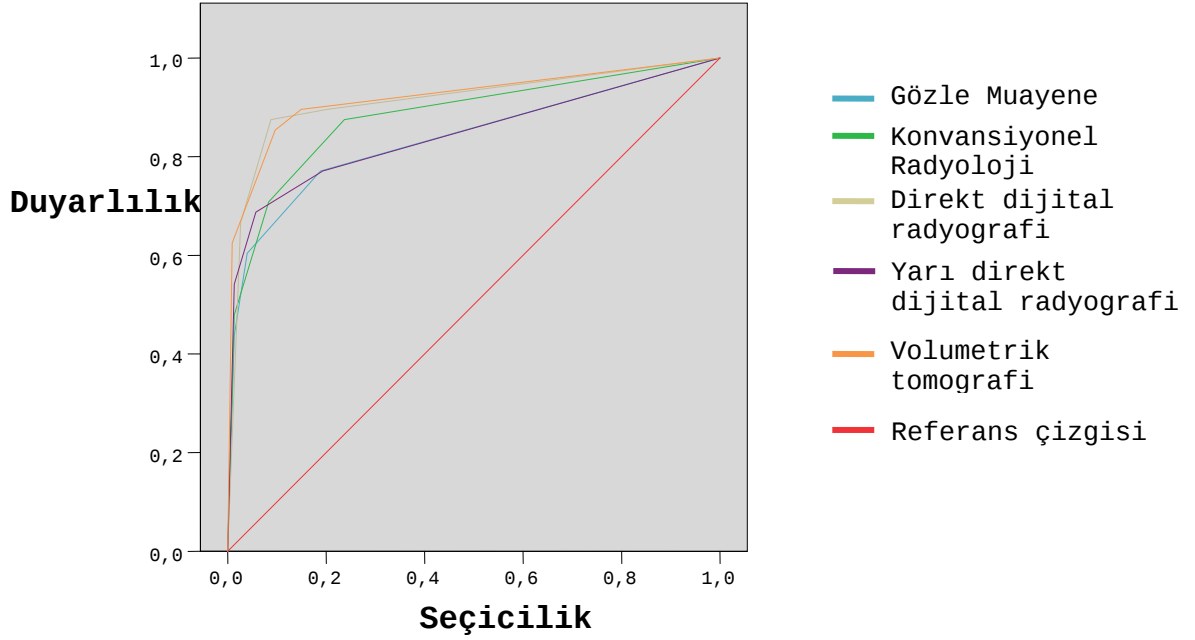
Her bir teşhis yöntemi için gözlemcilerin ilk okumalarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri), standart hataları ve her bir alan için anlamlılık düzeyleri (p değerleri) Tablo 4.3, 4.4, 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 1'in sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi.

Tablo 4.3. Teşhis yöntemleri için gözlemci 1'in sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).

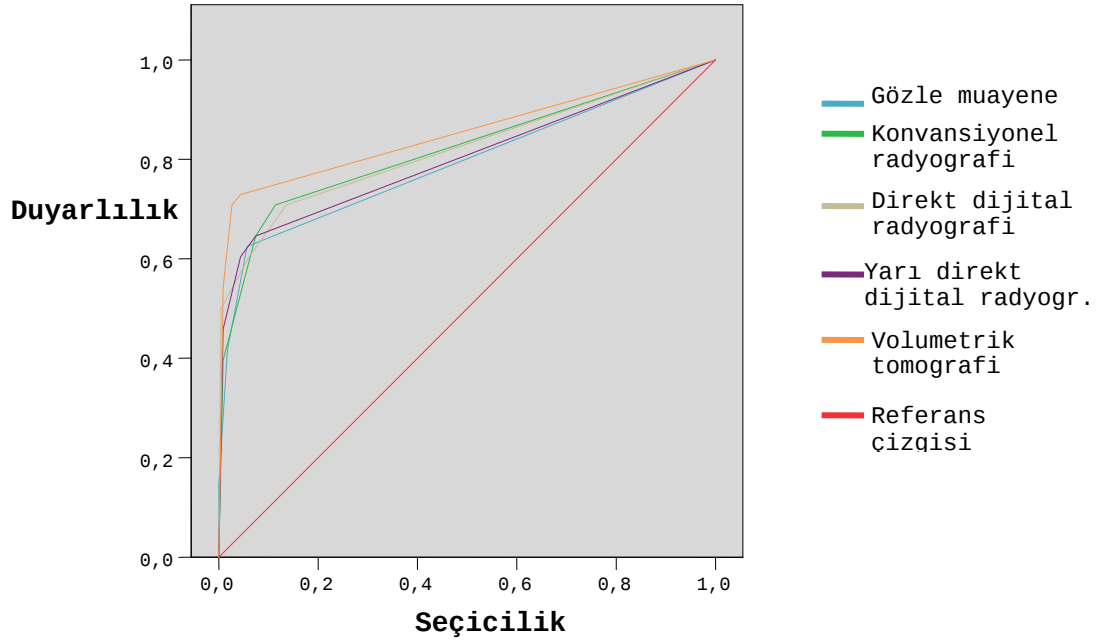
Test sonuç değişkeni	Az değerleri	Standart Hata	p
Gözle muayene	,805	,040	,000
Konvansiyonel radyografi	,803	,042	,000
Direkt dijital radyografi	,850	,039	,000
Yarı direkt dijital radyografi	,825	,041	,000
Volumetrik tomografi	,877	,036	,000



Şekil 4.2. Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 2'nin sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi.

Tablo 4.4. Teşhis yöntemleri için gözlemci 2'nin sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).

Test sonuç değişkeni	Az değerleri	Standart Hata	p
Gözle muayene	,838	,039	,000
Konvansiyonel radyografi	,882	,032	,000
Direkt dijital radyografi	,914	,029	,000
Yarı direkt dijital radyografi	,844	,039	,000
Volumetrik tomografi	,920	,028	,000



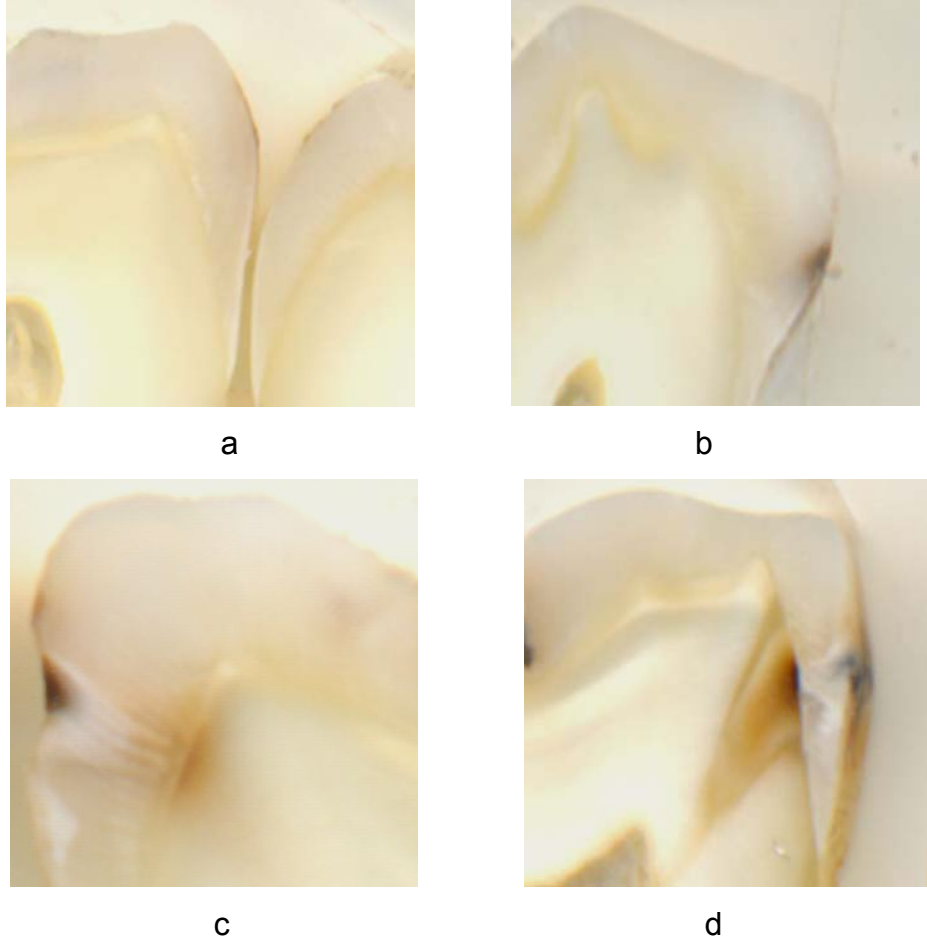
Şekil 4.3. Her bir teşhis yöntemi için gözlemci 3'ün sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi.

Tablo 4.5. Teşhis yöntemleri için gözlemci 3'ün sonuçlarından elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (Az değerleri).

Test sonuç değişkeni	Az değerleri	Standart Hata	p
Gözle muayene	,792	,044	,000
Konvansiyonel radyografi	,819	,041	,000
Direkt dijital radyografi	,820	,042	,000
Yarı direkt dijital radyografi	,801	,044	,000
Volumetrik tomografi	,853	,040	,000

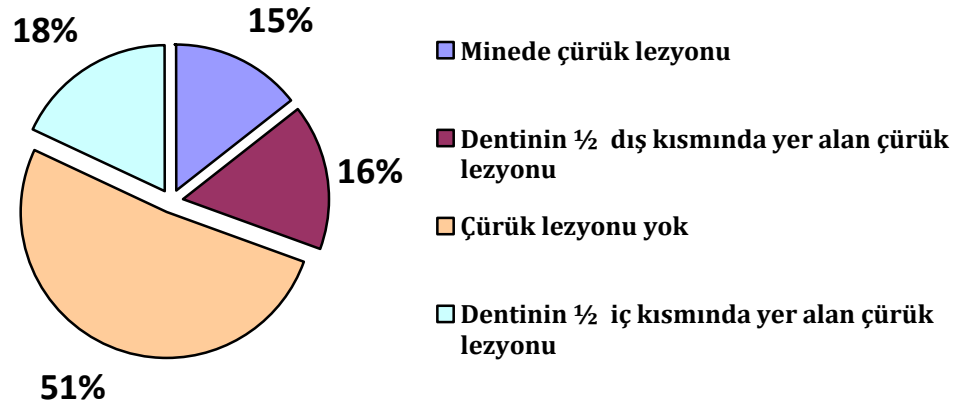
Her bir teşhis yöntemi için elde edilen Az değerlerinin ikili karşılaştırmaları için **t-testi** kullanılmış ve bu ikili karşılaştırmalar için **Bonferroni düzeltmesi** yapılmıştır. Yapılan bu ikili karşılaştırmalar sonucunda ise hiçbir yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Dişlerin histolojik kesitleri incelenerek Tablo 3.2'deki skalaya göre değerlendirilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Histolojik kesitlere ait örnekler: a-Çürüksüz diş yüzeyi b-Minede çürük lezyonu c-Dentinin ½ dış kısmında yer alan çürük lezyonu d- Dentinin ½ iç kısmında yer alan çürük lezyonu.

Dişlerin histolojik kesitlerinin incelenmesi sonucunda 142 diş yüzeyinde (%51.5) çürük tespit edilmiştir. 40 diş yüzeyinde (%14.5) minede çürük lezyonu, 45 diş yüzeyinde (%16) dentinin ½ dış kısmında yer alan çürük lezyonu ve 49 diş yüzeyinde (%18) dentinin ½ iç kısmında yer alan çürük lezyonu saptanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Çalışmaya dahil edilen dişlerin ara yüzeylerinde yer alan çürük tiplerine göre yüzde olarak dağılımı.

Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla her bir gözlemcinin her bir teşhis yöntemine verdiği yanıtlar karşılaştırılmış ve aralarında ilişki olup olmadığı **McNemar testi** ile incelenmiştir (Tablo 4.6-4,8, 4.10-4.12,4.14-4.16, 4.18-4.20, 4.22-4.24).

Tablo 4.6. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 1'in gözle muayene** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 90.1 % 65.6	% 9.2 % 21	% 0.7 % 8.3		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 70.7 % 14.9	% 26.8 % 17.7	% 2.4 % 8.3		% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 57.8 % 13.3	% 40 % 29	% 2.2 % 8.3		% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 25.0 % 6.2	% 14.7 % 6.2	% 18.8 % 75	% 14.6 % 100	% 100 % 17.4
Toplam			% 70.7 % 100	% 22.5 % 100	% 4.3 % 100	% 2.5 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.7. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 2'nin gözle muayene** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü var	Dentin çürüğü var	Derin dentin çürüğü var	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 89.4 % 64.8	% 8.5 % 28.6	% 1.4 % 14.3	% 0.7 % 8.3	% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 70.7 % 14.8	% 22 % 21.4	% 2.4 % 7.1	% 4.9 % 8.3	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 64.4 % 14.8	% 28.9 % 31	% 6.7 % 21.4		% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 22.9 % 5.6	% 16.7 % 19	% 16.7 % 57.1	% 43.8 % 87.5	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 71 % 100	% 15.2 % 100	% 5.1 % 100	% 8.7 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.8. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 3'ün gözle muayene** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 96.5 % 58.8	% 2.8 % 21.1	% 0.7 % 5.9		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 90.2 % 15.9	% 7.3 % 15.8	% 2.4 % 5.9		% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 91.1 % 17.6	% 4.4 % 10.5	% 4.4 % 11.8		% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3i	% 37.5 % 7.7	% 20.8 % 52.6	% 27.1 % 76.5	% 14.6 % 100	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 84.4 % 100	% 6.9 % 100	% 6.2 % 100	% 2.5 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.9. Gözle muayene yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları.

	Gözlemci 1	Gözlemci 2	Gözlemci 3	Ortalama
Çürük yok	% 90.1	% 89.4	% 96.5	% 92
Mine çürüğü	% 26.8	% 22	% 7.3	% 18.7
Dentin çürüğü	% 2.2	% 6.7	% 4.4	% 4.4
Derin dentin çürüğü	% 14.6	% 43.8	% 14.6	% 24.3

Gözle muayene yönteminde gözlemcilerin çürüksüz dişlerde (ort. %92) en doğru teşhisi yaptıkları, derin dentin çürüğünde (ort. %24.3) doğru teşhis oranının azaldığı; mine çürüğü (ort. %18.7) ve dentin çürüğünde (ort. %4.4) ise doğru teşhis oranının oldukça düştüğü görülmüştür.

Tablo 4.10. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 1**'in **konvansiyonel radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 90.8 % 62.6	% 4.2 % 28.6	% 4.9 % 21.9		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 82.9 % 16.5	% 4.9 % 9.5	% 9.8 % 12.5	% 2.4 % 5.9	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 64.4 % 14.1	% 15.6 % 33.3	% 20 % 28.1		% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 29.2 % 6.8	% 12.5 % 28.6	% 25 % 37.5	%33.3 %94.1	% 100 % 17.4
Toplam			% 74.6 % 100	% 7.6 % 100	% 11.6 % 100	% 6.2 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.11. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 2'nin konvansiyonel radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 82.4 % 65	% 13.4 % 44.2	% 3.5 % 18.5	% 0.7 % 3.8	% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 73.2 % 16.7	% 17.1 % 16.3	% 7.3 % 11.1	% 2.4 % 3.8	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü var	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 60 % 15	% 20 % 20.9	% 17.8 % 29.6	% 2.2 % 3.8	% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 12.5 % 3.3	% 16.7 % 18.6	% 22.9 % 40.7	% 47.9 % 88.5	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 65.2 % 100	% 15.6 % 100	% 9.8 % 100	% 9.4 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.12. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 3'ün konvansiyonel radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 94.4 % 62	% 2.1 % 25	% 3.5 % 18.5		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 80.5 % 15.3	% 9.8 % 33.3	% 7.3 % 11.1	% 2.4 % 4.8	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 77.8 % 16.2	% 4.4 % 16.7	% 15.6 % 25.9	% 2.2 % 4.8	% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 29.2 % 6.5	% 6.3 % 25	% 25 % 44.4	% 39.6 % 90.5	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 78.3 % 100	% 4.3 % 100	% 9.8 % 100	% 7.6 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.13. Konvansiyonel radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları.

	Gözlemci 1	Gözlemci 2	Gözlemci 3	Ortalama
Çürük yok	% 90.8	% 82.4	% 94.4	% 89.2
Mine çürüğü	% 4.9	% 17.1	% 9.8	% 10.6
Dentin çürüğü	% 20	% 17.8	% 15.6	% 17.8
Derin dentin çürüğü	% 33.3	% 4.9	% 39.6	% 40.2

Konvansiyonel radyografi yönteminde gözlemcilerin çürüksüz dişlerde (ort. %89.2) en doğru teşhisi yaptıkları, derin dentin çürüğünde (ort. %40.2) doğru teşhis oranının azaldığı; dentin çürüğü (ort. %17.8) ve mine çürüğünde (ort. %40.2) ise doğru teşhis oranının oldukça düştüğü izlenmiştir.

Tablo 4.14. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 1'in** **direkt dijital radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 96.5 % 62.6	% 3.5 % 33.3			% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 82.9 % 15.5	% 7.3 % 20	% 4.9 % 15.4	% 4.9 % 6.9	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü var	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 80 % 16.4	% 8.9 % 26.7	% 6.7 % 23.1	% 4.4 % 6.9	% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 25 % 5.5	% 6.3 % 20	% 16.7 % 61.5	% 52.1 % 86.2	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 79.3 % 100	% 5.4 % 100	% 4.7 % 100	% 10.5 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.15. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 2'nin** **direkt dijital radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 92.3 % 70.1	% 5.6 % 29.6	% 2.1 % 12.5		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 70.7 % 15.5	% 14.6 % 22.2	% 7.3 % 12.5	% 7.3 % 7.9	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 48.9 % 11.8	% 26.7 % 44.4	% 17.8 % 33.3	% 6.7 % 7.9	% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 10.4 % 2.7	% 2.1 % 3.7	% 20.8 % 41.7	% 66.7 % 84.2	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 67.8 % 100	% 9.8 % 100	% 8.7 % 100	% 13.8 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.16. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 3'ün** **direkt dijital radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 95.1 % 64	% 2.8 % 18.2	% 2.1 % 16.7		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 75.6 % 14.7	% 12.2 % 22.7	% 9.8 % 22.2	% 2.4 % 4	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 68.9 % 14.7	% 17.8 % 36.4	% 13.3 % 33.3		% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 29.2 % 6.6	% 10.4 % 22.7	% 10.4 % 27.8	% 50 % 96	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 76.4 % 100	% 8 % 100	% 6.5 % 100	% 9.1 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.17. Direkt dijital radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları.

	Gözlemci 1	Gözlemci 2	Gözlemci 3	Ortalama
Çürük yok	% 96.5	% 92.3	% 95.1	% 94.6
Mine çürüğü	% 7.3	% 14.6	% 12.2	% 11.3
Dentin çürüğü	% 6.7	% 17.8	% 13.3	% 12.6
Derin dentin çürüğü	% 52.1	% 66.7	% 50	% 56.2

Direkt dijital radyografi yönteminde gözlemcilerin çürüksüz dişlerde (ort. %94.6) en doğru teşhisi yaptıkları, derin dentin çürüğünde (ort. %56.2) doğru teşhis oranının azaldığı; dentin çürüğü (ort. %12.6) ve mine çürüğünde (ort. %11.3) ise doğru teşhis oranının oldukça düştüğü görülmüştür.

Tablo 4.18. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 1**'in **yarı direkt dijital radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 87.3 % 64.2	% 8.5 % 35.3	% 4.2 % 22.1		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 68.3 % 14.5	% 22 % 26.5	% 7.3 % 11.1	% 2.4 % 4.5	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 64.4 % 15	% 17.8 % 23.5	% 17.8 % 29.6		% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 25 % 6.2	% 10.4 % 14.7	% 20.8 % 37	% 43.8 % 95.5	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 69.9 % 100	% 12.3 % 100	% 9.8 % 100	% 8 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.19. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 2'nin yarı direkt dijital radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 88.7 % 64.6	% 9.2 % 37.1	% 2.1 % 17.6		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 80.5 % 16.9	% 12.2 % 14.3	% 4.9 % 11.8	% 2.4 % 3.4	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 55.6 % 12.8	% 28.9 % 37.1	% 11.1 % 29.4	% 4.4 % 6.9	% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 22.9 % 5.6	% 8.3 % 11.4	% 14.6 % 41.2	% 54.2 % 89.7	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 70.7 % 100	% 12.7 % 100	% 6.2 % 100	% 10.5 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.20. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla, **gözlemci 3'ün yarı direkt dijital radyografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 97.9 % 61	% 0.7 % 11.1	% 1.4 % 13.3		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 92.7 % 16.7	% 2.4 % 11.1	% 2.4 % 6.7	% 2.4 % 4.2	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 75.6 % 14.9	% 11.1 % 55.6	% 11.1 % 33.3	% 2.2 % 4.2	% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 35.4 % 7.5	% 4.2 % 22.2	% 14.6 % 46.7	% 45.8 % 91.7	% 100 % 17.4
	Toplam	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 82.6 % 100	% 3.3 % 100	% 5.4 % 100	% 8.7 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.21. Yarı direkt dijital radyografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları.

	Gözlemci 1	Gözlemci 2	Gözlemci 3	Ortalama
Çürük yok	% 87,3	% 88,7	% 97,9	% 91,3
Mine çürüğü	% 22	% 12,2	% 2,4	% 12,2
Dentin çürüğü	% 17,8	% 11,1	% 11,1	% 13,3
Derin dentin çürüğü	% 43,8	% 54,2	% 45,8	% 47,9

Yarı direkt dijital radyografi yönteminde gözlemcilerin çürüksüz dişlerde (ort. %91.3) en doğru teşhisi yaptıkları, derin dentin çürüğünde (ort. % 47.9) doğru teşhis oranının azaldığı; dentin çürüğü (ort. %13.3) ve mine çürüğünde (ort. %12.2) ise doğru teşhis oranının oldukça düştüğü izlenmiştir.

Tablo 4.22. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 1'in **dental volumetrik tomografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar** testi ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 97.2 % 63.3	% 2.8 % 26.7			% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 87.8 % 16.5	% 9.8 % 26.7	% 2.4 % 7.7		% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 75.6 % 15.6	% 8.9 % 26.7	% 11.1 % 38.5	% 4.4 % 6.7	% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 1	% 20.8 % 4.6	% 6.3 % 20	% 14.6 % 53.8	% 58.3 % 93.8	% 100 % 17.4
Toplam			% 79 % 100	% 5.4 % 100	% 4.7 % 100	% 10.9 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.23. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 2'nin **dental volumetrik tomografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü	Dentin çürüğü	Derin dentin çürüğü	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 88.7 % 63.3	% 3.5 % 35.7	% 7 % 32.3	% 0.7 % 3.1	% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 87.8 % 18.1	% 4.9 % 14.3	% 4.9 % 6.5	% 2.4 % 3.1	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 77.1 % 16.1	% 11.1 % 35.7	% 17.8 % 25.8		% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 2	% 10.4 % 2.5	% 4.2 % 14.3	% 22.9 % 25.5	% 62.5 % 93.8	% 100 % 17.4
Toplam			% 72.1 % 100	% 5.1 % 100	% 11.2 % 100	% 11.6 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.24. Histolojik kesitlerde elde edilen sonuçlarla gözlemci 3'ün **dental volumetrik tomografi** yönteminde verdiği yanıtların **McNemar testi** ile karşılaştırılması.

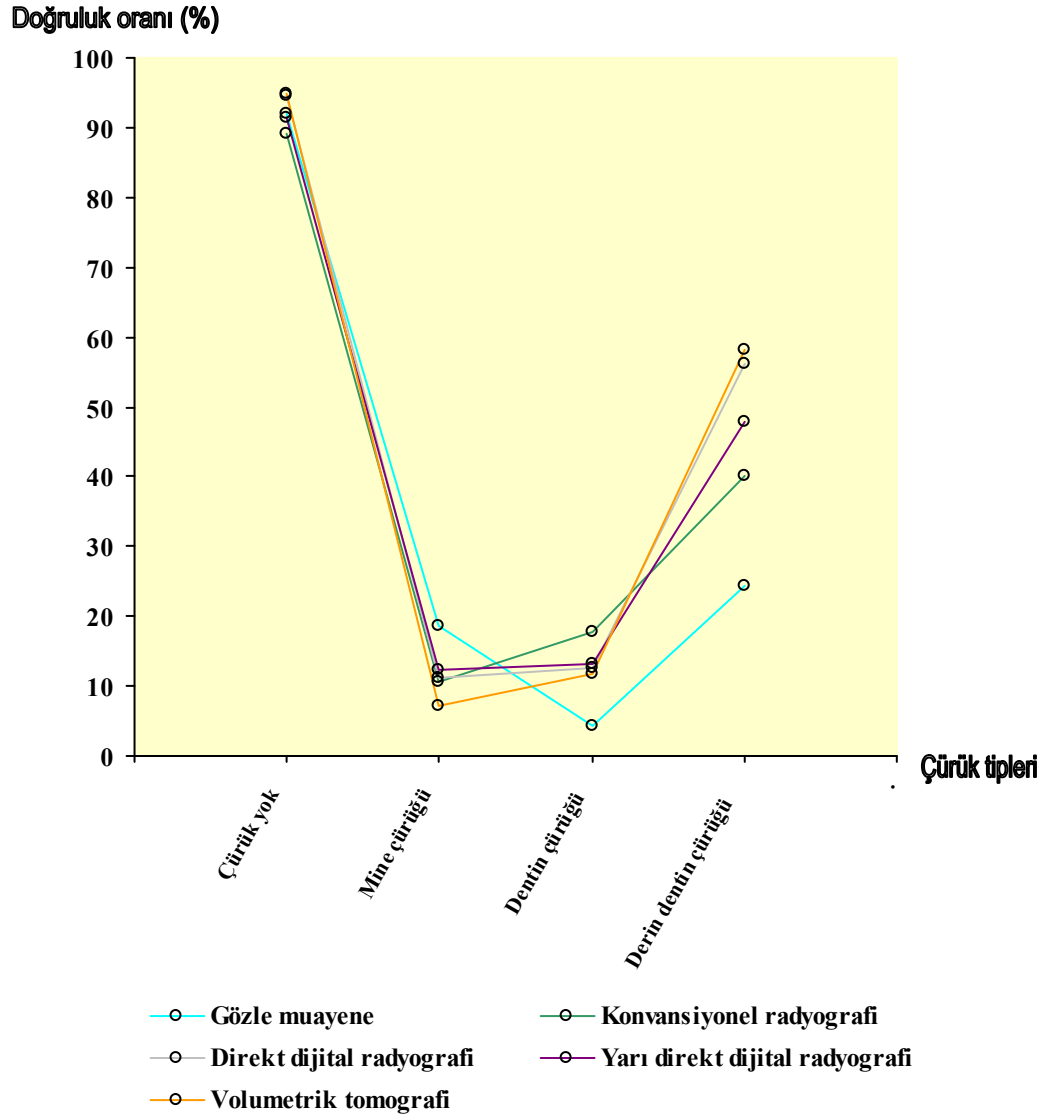
			Gözlemci				Toplam
			Çürük Yok	Mine çürüğü var	Dentin çürüğü var	Derin dentin çürüğü var	
Altın Standart	Çürük Yok	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 98.6 % 60.6	% 0.7 % 20	% 0.7 % 8.3		% 100 % 51.4
	Mine çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 90.2 % 16	% 7.3 % 60		% 2.4 % 3.6	% 100 % 14.9
	Dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 91.1 % 17.7		% 6.7 % 25	% 2.2 % 3.6	% 100 % 16.3
	Derin dentin çürüğü	% Altın Stan. % Gözlemci 3	% 27.1 % 5.6	% 2.1 % 20	% 16.7 % 66.7	% 54.2 % 92.9	% 100 % 17.4
Toplam			% 83.7 % 100	% 1.8 % 100	% 4.3 % 100	% 10.1 % 100	% 100 % 100

Tablo 4.25. Volumetrik tomografi yönteminde gözlemcilerin yanıtlarının doğru olduğu teşhislerin yüzde olarak oranları.

	Gözlemci 1	Gözlemci 2	Gözlemci 3	Ortalama
Çürük yok	% 97,2	% 88,7	% 98,6	% 94,8
Mine çürüğü	% 9,8	% 4,9	% 7,3	% 7,3
Dentin çürüğü	% 11,1	% 17,8	% 6,7	% 11,8
Derin dentin çürüğü	% 58,3	% 62,5	% 54,2	% 58,3

Volumetrik tomografi yönteminde gözlemcilerin çürüksüz dişlerde (ort. %94.8) en doğru teşhisi yaptıkları, derin dentin çürüğünde (ort. %58.3) doğru teşhis oranının azaldığı; dentin çürüğü (ort. %11.8) ve mine çürüğünde (ort. %7.3) ise doğru teşhis oranının oldukça düştüğü izlenmiştir.

Bütün radyografik incelemeler yorumlandığında her üç gözlemci de tüm teşhis yöntemlerinde en fazla çürüksüz olan dişleri, ikinci olarak ise dentinin ½ iç kısmında yer alan çürükleri teşhis etmişlerdir. Minede yer alan çürüklerin doğru teşhisi ise en azdır. Gözle muayenede en az doğrulukta teşhis edilen dentinin ½ dış kısmında yer alan çürükler olurken direkt dijital, yarı direkt dijital, konvansiyonel radyografi ve volumetrik tomografide ise en az doğrulukta teşhis edilen minede yer alan çürükler olmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki gözlemciler en fazla minede yer alan çürükler ile dentinin ½ dış kısmında yer alan çürüklerin teşhisinde zorlanmışlardır. Bununla birlikte, mine çürüklerini teşhiste gözlemcilerin en fazla doğrulukta yanıt verdikleri radyografik yöntem yarı direkt dijital radyografi olmuştur. Dentinin ½ dış kısmında yer alan çürükler için ise en fazla doğrulukla yanıt verdikleri yöntem konvansiyonel radyografidir. Volumetrik tomografi, kesitler halinde görüntü alınmasının avantajıyla dentinin ½ iç kısmında yer alan çürüklerin teşhisinde doğruluk oranı en yüksek olan yöntem olmuştur (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Diş çürüklerinin değerlendirilmesinde gözlemcilerin gözle muayene, radyografik yöntemler ve volumetrik tomografideki doğru teşhislerinin karşılaştırılması.

TARTIŞMA

Ara yüz çürüklerinin radyografik olarak saptanabilirliğine ve tanının doğruluğuna ait çalışmaların tümünde ana hedef, diş hekimliğinde klinik yanılığın en aza indirmek, en doğru ve tartışmasız tanıyı verebilecek kriterleri yakalamaktır (5).

Dişlerden elde edilen histoloji kesitlerinin incelenmesi sonucunda diş yüzeylerinin % 51.5'inin çürüksüz olduğu, %16'sında dentinin ½ dış kısmında çürük, %18'inde dentinin ½ iç kısmında çürük, % 14.5'inde ise mine çürüğü tespit edilmiştir.

Çürük teşhisindeki en önemli problem, çürüğün çok ilerlemeden mümkün olduğunca erken safhalarda ortaya çıkarılmasıdır (9). Çürük teşhis yöntemlerinin etkinliğini değerlendiren veya çürük derinliğini tespit etmeye çalışan araştırmalarda skorlamalar için değişik tipte skalalar kullanılmıştır. Ekstrand ve arkadaşları (104) tarafından geliştirilmiş olan Erk skalası bunlardan biridir. Bu skala dişin klinik muayenedeki görüntüsüne bakılarak çürük olup olmadığını belirlemek ve çürük varsa bunun derinliğini tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır. Araştırmalarda Erk skalası dişlerin okluzal ve ara yüz çürüklerinin belirlenmesinde uygulanmıştır (110). Nyvad ve arkadaşları (111) ise skalalarında çürüğü aktif veya inaktif olma durumlarına göre 9 skorla değerlendirmişlerdir. Ara yüz çürüklerinin teşhisinde gözle muayene, konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi, dental volumetrik tomografi tekniklerinin etkinliklerini değerlendirdiğimiz çalışmamızda, Atchison ve Brooks'un (112) ara yüz çürüklerinin lokalizasyonuna göre yaptıkları sınıflandırmalarını skala olarak kullandık. Değerlendirdiğimiz teşhis metodlarının sayısının fazla olması ve minedeki çürüklerin teşhisindeki güçlük nedeniyle sınıflandırmanın 1. ve 2. gruplarını birleştirerek minede lokalize çürük lezyonlarını tek bir grupta toplayarak Tablo 2'de belirtilen skalayı kullandık.

Araştırmalarda, bir teşhis yöntemi değerlendirileceği zaman, çok sayıda gözlemcinin yorumlarının göz önüne alınması kullanılan yöntemin geçerliliği açısından önemlidir. Gözlemcilerin belirli bir süre sonra işlemin tekrarı ile ilgili yorumları, gözlemcinin kendisi ile karar birliğini gösterir.

Abreu ve arkadaşlarının (113) yaptıkları bir çalışmada, konvansiyonel radyografların ve dijital radyografların gözlemci okumalarına bakılmış, gözlem içi uyumu, konvansiyonel ve dijital radyografilerde sırasıyla 0.74 ve 0,67; gözlemciler arası uyumu ise sırasıyla 0.60 ve 0.54 olarak rapor edilmiştir.

Peers ve arkadaşlarının (114) yaptıkları in-vitro çalışmada, bite-wing filmlerin gözlem içi tekrar edilebilirliği güçlü uyum (κ :0.79) olarak saptanmıştır.

Langlais ve arkadaşlarının (115) ara yüz çürüklerinde yapmış oldukları çalışmada, bite-wing filmlerde gözlemciler arası belirgin uyum (κ : 0.57-0.60 arasında) tespit edilmiştir.

Naitoh ve arkadaşlarının (116) ara yüzlerde çürük derinliğinin saptanmasına ilişkin yeterli deneyime sahip gözlemciler ile yaptıkları çalışmada, direkt dijital radyograf ve konvansiyonel radyograflarda gözlem içi uyumu ortalama olarak sırasıyla 0.77 ve 0.78; gözlemciler arası uyumu ise ortalama 0.44 ve 0.42 olarak tespit edilmiştir. Hem gözlem içi, hem de gözlemciler arası uyumda her iki radyografik yöntemde benzer sonuçlar rapor edilmiştir.

Holt ve Azevedo (117), bite-wing radyograflarda ara yüz çürüklerinde gözlemciler arası uyumu incelemişler ve κ değerini 0,89 olarak rapor etmişlerdir.

Valachovic ve arkadaşları (118), bite-wing radyograflarda ara yüz çürüklerinde, gözlem içi ve gözlemciler arasındaki uyumlarını değerlendirmişler, gözlem içi uyumda κ değerlerinin 0.40 ile 0.84; gözlemciler arası uyumda ise κ değerlerinin 0.68 ile 0.80 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Ergül (5) ara yüz çürüklerinde yaptığı çalışmasında, gözlemci olarak akademisyen diş hekimlerini ve son sınıf öğrencilerini kullanmıştır. Öğrenciler sağlam yüzeyleri değerlendirmede, akademisyen diş hekimlerine göre daha az başarı göstermişlerdir.

Radyograflardan elde edilen bilgilerin, görüntü kalitesine ve gözlemci yorum kabiliyetine bağlı olup, objektif ve sübjektif yönler içerdiği belirtilmiştir (2).

Yeler'in (2) yaptığı çalışmada, dijital ve geleneksel radyografilerde gözlem içi uyum orta düzeyde (sırasıyla 1.gözlemci kappa: 0.46, 0.49; 2.gözlemci kappa: 0.37, 0.47), gözlemciler arası uyum ise düşük düzeyde bulunmuştur (kappa:0.15, 0.16). Elde edilen sonuçlarda, gözlemciler arası uyumun düşük bulunmasında, gözlemcilerden stajyer öğrencinin pratik yetersizliğinin etkisi olduğunu düşünülmektedir. Kabul edileceği gibi tecrübeli veya uzman bir hekimle bir stajyer öğrencinin çürüğü tespit edebilme kapasiteleri eşit değildir. Artan tecrübe, çürük belirlemede tanı yöntemlerinin ortaya çıkardığı dezavantajları ortadan kaldırmaktadır (2).

Çalışmamızdaki değerlendirmeleri yapan gözlemcilerin üçü de uzman diş hekimleridir. Her bir gözlemcinin okumaları arasındaki uyum 0.739 ile 0.928 arasında değişkenlik gösterirken, gözlemciler arasındaki uyum 0.631 ile 0.811 arası değişkenlik göstermiştir. Bu da hem gözlem içi hem gözlemciler arası uyumun güçlü olduğunu ifade eder.

Klinik çalışmalarda, dişlerde meydana gelen renklemeler klinik deneyimi iyi olan bir hekim tarafından görsel muayene veya sond yardımı ile değerlendirilebilir (9). Yapılan araştırmalarda görsel muayene için saptanan duyarlılık değerlerinin çok geniş bir dağılım aralığına (% 12-84) sahip olduğu gösterilmiştir (58).

Downer ve arkadaşları (119) görsel muayenenin teşhis doğruluğunu tespit etmek için yaptıkları çalışmada, duyarlılık değerini 0.84, seçicilik değerini 0.78 olarak elde etmişlerdir. Tveit ve arkadaşları (120) dentin çürüklerini saptamak için yaptıkları bir çalışmada duyarlılık değerini 0.92, seçicilik değerini ise 0.69 olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise görsel muayene için duyarlılık ve seçicilik değeri McNemar testiyle 1.gözlemci için 0.146, 0.901; 2.gözlemci için 0.438, 0.894; 3.gözlemci için 0.146, 0.965 olarak saptanmıştır.

Gözle yapılan klinik muayenenin, pratik olması ve hastanın radyasyon almaması gibi avantajları bulunmakla birlikte, özellikle başlangıç aş-

masındaki ara yüz çürüklerinin teşhisinde yetersiz kaldığı bildirilmiştir (121). Çalışmamızda gözle muayene yönteminin diğer yöntemlerle yapılan ikili karşılaştırmaları sonucu istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Her üç gözlemcinin gözle muayene yöntemiyle yaptıkları değerlendirmede minede ve dentinin $\frac{1}{2}$ iç kısmında yer alan çürük lezyonlarının histolojik kesitlerinden (altın standart) elde edilen kesin sonuçlarla uyum göstermiş olduğu dişlerin sayısı oldukça düşüktür.

Klinik çalışmalara ek olarak yapılan laboratuvar çalışmalarında, tek başına görsel muayene ile teşhis edilemeyen çürüklerin miktarının çok fazla olduğu tespit edilmiştir (5, 120). Bu nedenle çürüklerin teşhisinde görsel muayenenin yanı sıra görüntüleme yöntemlerine de ihtiyaç duyulmuştur (5,30).

Gröndahl ve arkadaşlarının (122), 1700 posterior dişin konvansiyonel radyografik değerlendirmeleri sonucunda çürüksüz yüzeylerin yaklaşık %93'ünü, ara yüz çürüklü yüzeylerin ise %50'sini doğru olarak tespit ettikleri rapor edilmiştir. Çalışmamızda ise bu oranlar çürüksüz yüzeylerin tespitinde %89.2, mine çürüklü yüzeylerde %10.6, dentin çürüklü yüzeylerde %17.8, derin dentin çürüklü yüzeylerde ise %40.2'dir. Konvansiyonel radyograflar, mine çürüklerinin tespitinde oldukça yetersiz kalmaktadır.

Son yıllarda indirekt ve direkt dijital radyografiler diş hekimliği alanında sık olarak kullanılmaktadırlar. Yapılan çalışmalar dijital radyografiler ile konvansiyonel radyografilerin karşılaştırılması üzerine yoğunlaşmış, in vivo ve in vitro olarak yapılan bu araştırmalarda çeşitli çürük tipleri, alveol kemik kayıpları, periapikal lezyonlar ve kök kanal boylarının saptanmasında dijital radyografilerin performansı değerlendirilmiştir (9, 81, 85, 88, 90). Direkt dijital radyografinin birçok avantajına rağmen, konvansiyonel radyografilerde mine tabakasında yer alan çürük lezyonlarının tespitinde yaşanan zorluklarla direkt dijital radyografide de karşılaşılmıştır. Parks ve arkadaşları (90), çürük lezyonu mine tabakasının yarısına kadar uzandığında veya daha derin olduğunda konvansiyonel radyografi ve direkt dijital radyografi ile alınan sonuçların karşılaştırılabilir olduğunu ifade etmektedirler.

Akgül (9) yaptığı araştırmada, mine seviyesindeki lezyonlarda, DDR ile konvansiyonel radyografinin görsel muayeneden daha iyi olduğu, fakat direkt dijital radyografi ile klinik muayene yöntemleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmasına karşın, konvansiyonel radyografi ile görsel muayene yöntemleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. Çalışmamızda ise minede yer alan çürük lezyonlarının tespitinde hiçbir yöntem istatistiksel olarak birbirine üstünlük sağlayamamıştır. Bununla birlikte, mine çürüklerini teşhiste gözlemcilerin en fazla doğrulukta yanıt verdikleri radyografik yöntem yarı direkt dijital radyografi olmuştur.

Kayıpmaz (16) yaptığı araştırmada, bite-wing radyografi ile DDR'nin sağlam dişlerle mine çürüklü dişlerin ayrımında hatta dentine ulaşmış çürük lezyonlarının değerlendirilmesinde başarısız olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda da her üç gözlemcinin mine çürüklerinin teşhisinde DDR yöntemiyle ulaştıkları doğruluk oranı %10.3 iken, konvansiyonel radyografide bu oran %10.6'dır. Bu durum, mine çürüklerinin teşhisinde her iki yöntemin de başarılarının oldukça düşük olduğunu gösterir.

Tyndall ve arkadaşları (123) ara yüz çürük tespitinde, CCD tabanlı görüntü modifikasyonu uygulanmış ve uygulanmamış dijital görüntüler ile E speed filmleri karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda modifikasyon uygulanmayan dijital görüntüler ile konvansiyonel radyograflar arasında fark bulunamazken, modifikasyon uygulanmış olan görüntülerin de çürük teşhisinde artı bir avantaj sağlamadığı rapor edilmiştir.

Paurazas ve arkadaşları (124), periapikal lezyon tespitini CCD, CMOS-APS görüntüleme sistemleri ve E-hızında filmlerde karşılaştırmışlar ve istatistiksel olarak fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Nair ve arkadaşları (125), E-hızında filmler ve dijital görüntüleme yöntemini alveoler krestal kemik tespitinde karşılaştırmışlar ve sonuçta periodontal lezyonların değerlendirilmesinde yöntemler arasında fark bulamamışlardır.

Haak ve arkadaşlarının (6) in-vitro olarak sürekli dişlerin ara yüz dentin çürüklerinde yaptıkları çalışmada, CCD sensörlü dijital intraoral radyograflar ile konvansiyonel radyograflar arasında fark olmadığını rapor etmişlerdir.

White ve Yoon'un (126) ara yüz çürüklerinde yaptığı in-vitro çalışmada, direkt dijital radyografi yöntemi olan CCD sistemler ile konvansiyonel radyograflar karşılaştırılmış ve sonuçta benzer diagnostik performanslar elde edildiği belirtilmiştir.

Dijital sensör teknolojileri, konvansiyonel radyograflar ile karşılaştırıldığında, sahip oldukları düşük görüntü kaliteleri halen tartışılmaktadır (2, 127). CCD sistemlerin dental hastalıklar için uygun çözünürlüğe sahip olduğunu iddia eden kaynaklar da vardır (2,40). Çalışmamızda da kullanılan CCD sistemle diğer sistemler arasında yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Wenzel (128) dijital görüntüleme sistemlerinin çürük teşhisi üzerindeki diagnostik faydalarıyla ilgili kanıtlarını gözden geçirmiş ve dijital radyografların konvansiyonel radyograflara göre yüksek doğruluk gösterdiğini ifade eden Moystad ve arkadaşlarının (7) çalışması dışında, dijital görüntüleme sistemlerinin çürük teşhisinde genelde konvansiyonel radyograflar kadar doğru sonuç verdiğini rapor etmiştir.

Abreu ve arkadaşlarının (113) in-vitro olarak yaptığı çalışmada, dijital ve konvansiyonel radyograflar ara yüz çürüklerinde karşılaştırılmış ve tanısal doğruluk açısından benzer sonuçlar içerdiği bildirilmiştir.

Uprichard ve arkadaşları (129), karışık dişlenme döneminde yaptıkları in-vitro çalışmada, dijital radyografların ara yüz çürüklerinde, konvansiyonel radyograflar kadar doğru sonuç vermediğini tespit etmişlerdir.

Schmage ve arkadaşlarının (130) yaptığı in-vitro araştırmada, başlangıç çürüklerinde dijital radyograflar, doğruluk yönünden konvansiyonel radyograflardan daha düşük sonuç vermiş ve dijital sistemlerin başlangıç lezyonlarını doğru olarak teşhis edemediği rapor edilmiştir.

Castro ve arkadaşları (131), çekilmiş molar ve premolar dişlerde çeşitli derinlikteki 150 ara yüz çürüğünü değerlendirmek için konvansiyonel

radyografi ve direkt dijital görüntüleme yöntemlerini karşılaştırarak, yöntemler arasında teşhis açısından anlamlı fark bulamazken mine çürüğü tespitinde kullanılan tüm yöntemlerin yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Alkurt ve arkadaşları (132), ara yüz çürük teşhisinde 48 çekilmiş insan daimi dişinde konvansiyonel bite-wing radyografları ve direkt dijital radyografları karşılaştırmışlar; iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır.

Price ve Ergül'ün (133) doğal ve yapay ara yüz çürüklerinde yaptıkları in-vitro çalışmada, konvansiyonel radyografların direkt dijital radyografilere göre daha doğru sonuç verdiği rapor edilmiştir.

Ara yüz çürükleriyle ilgili çalışmamızda konvansiyonel ve direkt dijital radyografi yöntemleri arasında yaptığımız ikili karşılaştırmalar sonucu istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Gözlemcilerin derin dentin çürüklerinin teşhisinde direkt dijital radyografi metodu (%56.2) ile yarı direkt dijital radyografi (%47.9) ve konvansiyonel radyografi (%40.2) yöntemlerine göre daha doğru gözlem yaptıkları tespit edilmiştir. Ancak derin dentin çürüklerinde % 58.3'lük doğruluk oranı ile dental volumetrik tomografi en iyi sonuçları vermiştir.

Hintze ve arkadaşlarının (134) sürekli dişlerde yaptığı in-vitro çalışmada; konvansiyonel ve yarı direkt dijital radyograflar arasında yapılan karşılaştırmada tanısal doğruluk açısından, ara yüz mine çürüklerinin tespitinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Mine çürüklerinin tanısında ise radyografik yöntemlerin her ikisi de yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda yer alan üç gözlemci tarafından mine çürüğü, konvansiyonel radyografi ile %10, yarı direkt dijital radyografi ile %12 oranında doğru olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak araştırmamızda da konvansiyonel ve yarı direkt dijital radyografik yöntemler arasında istatistiksel olarak fark saptanamamıştır.

Svanaes (135) yaptığı çalışmada 120 adet çekilmiş insan dişi üzerinde ara yüz çürük derinliklerinin değerlendirilmesinde yarı direkt dijital yöntem ile konvansiyonel radyografiyi karşılaştırmış; yarı direkt dijital yöntem [fosfor plak

(SP) tekniği] için saptanan gözlemciler arası uyumun konvansiyonel radyograf için saptanandan anlamlı olarak daha düşük olduğunu bulmuştur. Bununla birlikte yarı direkt dijital radyografi için saptanan Az değerlerinin konvansiyonel radyografi için saptanan değerlerden anlamlı olarak daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise üç gözlemciden sadece birinde yarı direkt dijital radyografi için saptanan Az değerleri konvansiyonel radyografi için saptanan Az değerlerinden yüksek çıksa da bu istatistiksel olarak anlamlı bir fark değildir.

Syriopoulos ve arkadaşlarının (136) in vitro çalışmasında, direkt dijital radyografi tekniklerinden iki ayrı CCD tekniği, iki ayrı yarı direkt dijital radyografi yöntemi ile konvansiyonel radyografi kullanılmış ve birbirlerine üstünlükleri karşılaştırılmıştır. Ara yüz çürük tanısı için yapılan ve 56 çekilmiş premolar diş üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, CCD tekniğine ait Visualix ve Sidexis cihazları, yarı direkt dijital radyografi için Digora ve Den Optix cihazları kullanılmış, konvansiyonel radyografi için ise Kodak Ekta Plus E hızında film ile Agfa Dentus M2 Comfort filmleri sekiz gözlemcinin skorlarıyla çalışılmıştır. İki konvansiyonel radyografi tekniği ile CCD esaslı Sidexis ve Digora arasında belirgin bir fark bulunamamış, Den Optix diğer tekniklerden daha başarısız bulunmuştur.

Jacobsen ve arkadaşları (137) da benzer bir in vitro çalışmada yine iki ayrı CCD tekniği ile iki ayrı yarı direkt dijital radyografi kullanmış ve birbirlerine üstünlüklerini karşılaştırmışlardır. Ara yüz çürüklerinde teşhisin doğruluğunu araştırmak için yapılan ve 177 çekilmiş diş üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, CCD tekniği için Dixi ve Sidexis cihazları, yarı direkt dijital yöntem için Digora ve Den Optix cihazları kullanılmış, dört gözlemcinin skorları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Digora ve Siderix ile, DenOptix ve Siderix arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu ifade etmişlerdir. Çürük derinliğinin ölçülmesinde Dixi ve Digora ile DenOptix ve Siderix'e göre daha doğru sonuçlar elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda gözlemcilerin Digora Optima cihazı ile elde edilen yarı direkt dijital radyografi görüntülerindeki doğru oranları diğer radyografik yöntemlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Teşhis yöntemlerinin etkinliğini değerlendiren araştırmalarda periapikal lezyonların teşhisinde ve çürük derinlik ölçümlerinde dental volumetrik tomografi, konvansiyonel radyografi ve dijital radyografiye oranla daha başarılı bulunmuştur (138, 139, 140). Kök kanal dolgularının homojenliğinin ve uzunluğunun değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada ise, F-hızlı film ve fosfor plaklar, dental volumetrik tomografiye oranla subjektif olarak daha yüksek imaj kalitesi ortaya koymuştur (141).

Dental volumetrik tomografi sistemleri kullanılarak yapılan çeşitli ölçüm çalışmaları bu yöntemle yapılan hesaplamaların gerçeğe yakın sonuçlar ortaya koyduğunu iddia etmektedir. Lascala ve arkadaşları (142), kafatası üzerinden cone beam görüntüleri ile yapılan lineer ölçümlerde gerçek boyutlardan daha kısa hesaplamalar yapmışlarsa da herhangi bir istatistiksel anlamlılık ortaya konamamıştır. Deneysel bir çalışmada kuru mandibulalarda frezlerle taklit edilmiş yapay osseoz defektlerin üç boyutlu dental volumetrik tomografi ölçümleri başarılı bulunmuştur. Dental volumetrik tomografi ile hastalarda görülen osseoz lezyonların ebatlarının ve hacimlerinin doğru ölçülebileceği ileri sürülmüştür (143). 3DX Accuitomo (Morita, Japonya) ile yapılan ölçümler laboratuvar ölçümlerine oranla daha büyük olsa da farklılık klinik açıdan anlamlı bulunmamıştır (144).

Haiter-Neto (145), 160 dişin ara yüzlerinde yaptığı çalışmada yarı direkt dijital radyografi (Digora-fmx), konvansiyonel radyografi (Kodak insight film) ve iki ayrı CBCT (NewTom 3G, 3DX Accuitomo) sistemlerini karşılaştırmış bu karşılaştırma sonucunda NewTom'un duyarlılık değerinin Digora-fmx ve konvansiyonel radyografiden anlamlı şekilde düşük olduğunu, Accuitomo ile bu iki yöntemin aralarında anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmiştir.

Akdeniz (146) kuru mandibulada yaptığı çalışmada 41 büyük ve küçük azı dişini ara yüz çürüğü açısından değerlendirmede yarı direkt dijital radyografi, konvansiyonel radyografi ve limited cone beam CT (LCBCT)'yi kullanmıştır. İstatistiksel olarak histoloji-konvansiyonel radyografi ve histoloji-PSP ölçümleri arasındaki fark anlamlı bulunurken ($p < 0,05$), histoloji-LCBCT ölçümleri arasında fark anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Özen ve arkadaşları (147) 23 dişin 27 kökünde kimyasal olarak oluşturdıkları periapikal lezyonları, lezyonlar oluşturulmadan önce ve sonra konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi ve iki ayrı cone beam CT cihazının kullanıldığı volumetrik tomografi yöntemiyle incelemişlerdir. Yapılan istatistiksel analizler volumetrik tomografi yönteminin bariz üstünlüğünü gösterirken iki cone beam CT cihazı arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tsuchida (148) çekilmiş 50 adet insan dişi üzerinde başlangıç aşamasındaki ara yüz çürüklerin tespiti için LCBCT ve konvansiyonel radyografiyi karşılaştırmış ve iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Kalathingal (149) ara yüz çürük teşhisinin değerlendirilmesinde konvansiyonel radyografi ve lokal bilgisayarlı tomografiyi kullanmış; 18'inde ara yüz çürüğü bulunan 20 çekilmiş dişi değerlendirmiş ve yöntemler arasında fark bulamazken, lokal bilgisayarlı tomografinin çürük derinliğini tespitinde daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Peker (150) çekilmiş 48 daimi azı dişini kullanarak yaptığı çalışmada konvansiyonel tomografi, konvansiyonel bite-wing radyografi ve dijital radyografi tekniklerinin etkinliklerini karşılaştırmış istatistiksel anlamlılık ortaya koyamamıştır.

Çalışmamızda ara yüz çürüklerinin tespitinde kullandığımız yöntemlerden biri olan dental volumetrik tomografi, konvansiyonel ve dijital radyografi yöntemleriyle karşılaştırılmış, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen gözlemcilerin sonuçlarından elde edilen ROC analizlerinde en yüksek Az değerine sahip yöntem olmuştur. Az değeri sistemin diagnostik doğruluğuna ait bilgiyi içermektedir. Bu değer ne kadar büyük ise incelenen sistem o kadar iyidir. Dental volumetrik tomografi sistemleri bilgisayar teknolojisindeki yeni gelişmelerin ışığı altında dentomaksillofasiyal bölgede yapılacak ölçümlerde daha da başarılı sonuçlar ortaya koyacaktır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çürük tanısının farklı yöntemlerle in vitro koşullarda değerlendirilmesi
Amacıyla yaptığımız bu çalışmada;

1. Ara yüz çürükleri için kullanılan teşhis yöntemlerinden olan gözle muayene, konvansiyonel radyografi, direkt dijital radyografi, yarı direkt dijital radyografi ve dental volumetrik tomografi ile yapılan değerlendirmelerin ışığında, dişlerin ara yüzeylerinde yer alan çürüklerin teşhisinin diş hekimleri için gerçek bir problem olduğu görülmüştür.
2. Kullanılan yöntemlerin hiçbiri aynı anda yüksek duyarlılık ve seçicilik değerleri göstermemiştir.
3. Teşhis yöntemleri arasında yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış, yöntemler birbirlerine üstünlük sağlayamamıştır.
4. Yöntemlerin birbirlerine üstünlük sağlayamadığı göz önüne alınırsa klinik uygulamalar esnasında ara yüz çürüklerinin tespiti için kullanılacak yöntemin seçiminde ALARA prensibi dikkate alınarak canlı dokuların olabildiğince az radyasyona maruz kalması sağlanmalıdır. Bunun sonucunda dijital radyograflerin kullanımı ön plana çıkmaktadır.
5. Kahverengi-siyah renklenme, opasitede değişim, saklı çürük karakteri gibi pek çok karmaşık özelliğe sahip olan çürüğe bir de ara yüz bölgesinin görsel olarak muayene zorluğu eklenince doğru teşhis koyabilmek için birden fazla yöntemin bir arada kullanılmasının uygun olduğu söylenebilir.
6. Ara yüz çürük teşhisinde geliştirilen yeni yöntemlerin etkinliklerini geleneksel yöntemlerle kıyaslayan çalışmalar yapılması, zor teşhis edilen bir klinik durum olan ara yüz çürüklerinde diş hekimlerine yarar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Pereira, A.C., Verdonshot, E.H., Huysmans, M.C., Caries detections methods: Can they aid decision making of invasive sealant treatment? Caries Res., 35, 83-89, 2001.
- 2- Yeler, D.Y., Süt Dişı Arayüz Çürüklerinde Farklı Çürük Teşhis Metodlarının Karşılaştırılması, Dişhekimliği Bilimleri Oral Diagnoz ve Radyoloji Programı Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 2004.
- 3- Attrill, D.C., Ashley, P.F., Occlusal caries detection in primary teeth:a comparison of DIAGNOdent with conventional methods. Br Dent J., 190, 440-443, 2001.
- 4- Ohki, M., Okano, T., Nakamura, T., Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. Dentomaxillofac Radiol., 23, 77-82, 1994.
- 5- Ergül, N., Arayüz Çürüklerinin Radyografik Olarak Saptanmasında Görüntü Kalitesinin Etkisi, Dişhekimliği Bilimleri Oral Diagnoz ve Radyoloji Programı Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1996.
- 6- Haak, R., Wicht, J.M., Noack, J.M., Conventional .digital and contrast-enhanced Bite-wing radiographs in the decision to restore approximal carious lesions. Caries Res., 35, 193-99, 2001.
- 7- Moystad, D.A., Svanes, D.B., Risnes, S., Largheim 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, 202-206, 1996.
- 8- Tam, L.E., McComb, D., Diagnosis of occlusal caries: Part II. Recent diagnostic technologies., J Can Dent Assoc., 67(8), 459-63, 2001.
- 9- Akgül, N., Kavitesiz Oklüzal Çürüklerin Teşhisinde Diagnodent Radyovizyografi, Klasik Radyografi ve Görsel Muayene Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Dişhekimliği Bilimleri Diş Hastalıkları ve Tedavisi Programı Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2005.

- 10- Verdonschot, E.H., Angmar-Mannson, B., Ten Bosch, J.J., Deery, C.H., Huysmans, M.C., Pitts N.B., Waller, E., Developments in caries diagnosis and their relationship to treatment decisions and quality of care, *Caries Res.*, 33, 32-40,1999.
- 11-Bath-Balogh, M., Fehrenbach, M.J.: *Illustrated Dental Embriology, Histology And Anatomy*, Philadelphia, WB Saunders Co, 1997.
- 12-Thylstrup, A., Fejerskov, O.: *Textbook of Clinical Cariology*, Copenhagen, 2nd Ed., Munksgaard, 1994.
- 13-Manisah, Y., Koray, F.: *Ağız-Diş Embriyolojisi ve Histolojisi*, İstanbul, Yenilik Basimevi, 1982.
- 14-Vaarkamp, J., Ten Bosch, J.J., Verdonschot, E.H., Huysmans, M.C., Wavelength-dependent fibre-optic transillumination of small approximal caries lesions: the use of a dye, and a comparison to bitewing radiography, *Caries Res.*, 31, 232-237,1997.
- 15- Theodore, M., Harold O., Edward J.: *Art and Science of Operative Dentistry*, St. Louis, 4th Ed., Mosby , 2002.
- 16-Kayıpmaz, S., Çürük Tanısında Yeni Yöntemlerle Geleneksel Yöntemlerin Karşılaştırılması. Dişhekimliği Bilimleri Oral Diagnoz ve Radyoloji Programı Doktora Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun 2004.
- 17-Goaz, P. W., White, S. C.: *Oral Radiology Principles and Interpretation*, St. Louis, 3RD ED, Mosby.1994.
- 18-Güven, O., Ağız Hastalıkları ve Çene Cerrahisinde İmmünoloji, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, Ankara.1995.
- 19-Guyton, A. C, Hall, J. E.: *Text Book of Medical Physiology*, 9TH ED, Saunders Comp., London 1996.
- 20-Thylstrup, A., Fejerskov, O.: *Textbook of Clinical Cariology*, Copenhagen, 2ND ED, Munksgaard, 1994.
- 21-Weir, E., Dental caries: a nation devided, *Canadian Medical Association Journal*, 29,167-169, 2002.
- 22- Cengiz, T.: *Endodonti*, 4. Baskı, Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, 1996.

- 23- Newbrun, E.: Cariology. 3RD ED, Quintessenz, 1989.
- 24- Reisine, S., Litt M., Social and psychological theories and their use in dental practice. *Int Dent J.*, 43, 279-287, 1993.
- 25- Bayırlı, G.: Konservatif Diş Tedavisi, İstanbul, Demir Matbaası, 1982.
- 26- Reich, E., Lussi A., Newbrun E., Caries-risk assessment. *Int Dent J.*, 49,15-26, 1999.
- 27- Zero, D.T., Dental caries process. *Dent Clin North Am.*, 43, 635-664, 1999.
- 28-Koray, F.: Diş Çürükleri, İstanbul, Altın Matbaacılık, 1981.
- 29-Gündüz, K., Çürüklü Ve Remineralize Edilmiş Dişlerde Ecm'nin Diğer Yöntemlerle İn-Vitro Olarak Karşılaştırılması, Dişhekimliği Bilimleri Oral Diagnoz ve Radyoloji Programı Doktora Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 2005.
- 30-Weerheijm, K.L., Van Amerongen, W.E., Eggink, C.O., The clinical diagnosis of occlusal caries, *Journal of Dental Children*, 56 (3), 196-200, 1989.
- 31-Wenzel, A., Digital imaging for dental caries, *Dent Clin North Am.*, 44(2): 319-338, 2000.
- 32-Weerheijm, K.L., Kidd, E.A., Groen, H.J., The effect of fluoridation on the occurrence of hidden caries in clinically sound occlusal surfaces, *Caries Res.* 31 (1): 30-34, 1997.
- 33-Pearce, E.L., Coote, G.E., Larsen, M.J., The distribution of fluoride in carious human enamel, *Journal of Dental Research*, 74 (11), 1775-1782, 1995.
- 34-Larsen, M.J., Richards, A., The influence of saliva on the formation of calcium fluoride-like material on human dental enamel, *Caries Res.*, 35 (1), 57-60, 2001.
- 35-Weerheijm, K.L., Gruythuysen, R.J.M., Van Amerongen, W.E., Prevalence of hidden caries, *Journal of Dental Children*, 59 (6), 408-412, 1992b.
- 36- Cawson, R.A., Odell, E.W.: Cawson's Essentials of Oral Pathology and Oral Medicine, 7TH ED, London, WB Saunders, 2002.

- 37- Kuboki, Y., Ohgushi, K., Fusayama, T., Collagen biochemistry of the layers of carious dentin, J Dent Res., 56, 1233-1237, 1977.
- 38-Kidd, E.A.M, Pitts, B.N., A reappraisal of the bite-wing radiograph in the diagnosis of posterior approximal caries, Br Dent J., 169, 195-200 1990.
- 39-Svenson, B., Grondahl, H.G., Petersson, A., Olving, A., :Accuracy of radiographic caries diagnosis at different kilovoltages and two film speeds, Swed Dent J., 9 (1), 37-43, 1985.
- 40-Hansen, B.F., Clinical and roentgenologic caries detection, A Comparision, Dentomaxillofac Radiol., 9, 34-36, 1980.
- 41-Kassebaum, D.K., Mc David. W.D., Dove, S.B., Waggener, R.G., Spatial resolution requirements for digitizing dental radiographs, Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 67, 760-69, 1989.
- 42-Lavin, A.J., Covert caries detection, Br Dent J. 155, 111,1983.
- 43-Millman, C.K., Fluoride syndrome, Br Dent J., 157, 341, 1984.
- 44-Newbrun, E., Problems in caries diagnosis, Int Dent J., 43, 133-142. , 1993.
- 45-Albert, D.L., The need for panoral radiographs, Br Dent J., 154(3), 67, 1983.
- 46-Cayley, A.S., Holt, R.D., The influence of audit on the diagnosis of occlusal caries, Caries Res., 31, 97- , 1997.
- 47- McComb, D., Tam, L.E., Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional methods, J Can Dent Assoc., 67, 454-457, 2001.
- 48-Van Drop, C.S.E., Exterkate, R.A., ten Cate J.M., The effect of dental probing on subsequent enamel demineralization, ASDC J Dent Child., 55, 343-7, 1988.
- 49- Ekstrand, K., Qvist, V., Thylstrup, A., Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces, Caries Res., 21, 368-374, 1987.
- 50- Lussi, A., Imwinkelried, S., Pitts, N.B., Longbottom, C., Reich, E., Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro, Caries Res., 33, 261-266, 1999.

- 51-Bader, J.D., Brown, J.P., Dilemmas in caries diagnosis, J Am Dent Assoc., 124, 48-50, 1993.
- 52-Ferreira Zandona, A.G., Analoui, M., Schemehom, B.R., Eckert, G.J., Stookey, G.K., Laser fluorescence detection of demineralization in artificial occlusal fissures, Caries Res., 32, 31-40, 1998.
- 53-Molteni, R., Direct Digital Dental X-Ray Imaging with Visualix/VIXA, Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 76, 235-243, 1993.
- 54-Mouyen, F., Benz, C., Sonnabend, E., Lodter, J.P., Presentation and physical evaluation of radiovisiography, Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 68, 238-242, 1989.
- 55-Nelvig, P., Wing, K., Welander, U., Sens-A-Ray. A new system for direct digital intraoral radiography, Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 1992; 74: 818-823.
- 56- Miles, D.A., Imaging Using Solid-State Detectors, Dent Clin North Am., 37, 531-540, 1993.
- 57-McDonnel, D., Price, C., An evaluation of the Sens-A-Ray digital dental imaging system, Dento Maxillofac Radiol., 22, 121-126, 1993.
- 58-Lussi, A., Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation, Caries Res., 27, 409-416, 1993.
- 59-Dodds, M.W.J., Dental caries diagnosis toward the 21st century. Nature Medicine, 2, 83, 1996.
- 60-Yasin, O.M., In vitro studies of the effect of a dental explorer on the formation of an artificial carious lesion. J Dent Child., 62, 111-117, 1995.
- 61-Downer, M.C., Validation of methods used in dental caries diagnosis. Int Dent J., 39, 241-246, 1989.
- 62-Verdonschot, E.H., Bronkhorst, E.M., Burgersdijk, R.C.W., König, K.G., Schaeken, M.J.M., Truin, G.J., Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. Caries Res., 26, 59-64, 1992.
- 63-Ferreira Zandona A.G., Analoui, M., Beiswanger, B.B., Isaacs RL, Kafrawy, A.H., Eckert, G.J., Stookey, G.K., An in vitro comparison

- between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures, *Caries Res.*, 32, 210-218, 1998.
- 64-Alaçam, T., Uzel, I., Alaçam, A., Aydın, M.: *Endodonti*, Ankara, Barış Yayınları, 96-98, 2000.
- 65-Haring, J.F., Jansen, L., *Dental Radiography Principles and Techniques*. Philadelphia, 2nd edition, WB. Saunders, 2000.
- 66-Wicht, M.J., Haak, R., Stützer, H., Strohe, D., Noack, M.J., Intra-and interexaminer variability and validity of laser fluorescence and electrical resistance readings on root surface lesions, *Caries Res.*, 36, 241-48, 2002.
- 67-Kamburoğlu, K., *İnternal Rezorbsiyon Kavitelerinin Belirlenmesinde Farklı Görüntüleme Yöntemlerinin Etkinlerinin Değerlendirilmesi-İnsan Kadavra Çenelerinde Ex Vivo, Dişhekimliği Bilimleri Oral Diagnoz ve Radyoloji Programı Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- 68-Oyar O.: *Röntgen Fiziği, Tıbbi Görüntüleme Fiziği*, Ankara, Rekam Ltd. Sti, , Bölüm 2, 2003.
- 69-Van Der Stelt, P. F., Ruttiman, U. E., Webber, R. L., Heemstra, P., In vitro study into the influence of x-ray beam angulation on the detection of artificial caries defects on bitewing radiographs, *Caries Res.*, 23, 334-341, 1989.
- 70-Ingle, J.I.: *Endodontics*, 4TH ED., Williams and Wilkins Baltimore, 1994.
- 71-Newbrun, E., Problems in Caries Diagnosis, *International Dental Journal* 43, 133-142, 1993.
- 72-Akarslan, Z., Akdevelioğlu, M., Güngör, K., Erten, H., A comparison of the diagnostic accuracy of bitewing, periapical, unfiltered and filtered digital panoramic images for approximal caries detection in posterior teeth, *Dentomaxillofac Radiol.*, 37(8), 458-63, 2008.

- 73-Mileman, P.A., Van Den Hout, W.B., Comparing the accuracy of Dutch dentists and dental students in the radiographic diagnosis of dentinal caries, *Dentomaxillofac Radio.*, 31 (1), 7-14,2002.
- 74-Delrose, D., Steinberg, W., The clinical significance of the digital patient record, *J Am Dent Assoc.*, 131,57-60, 2000.
- 75-Van Der Stelt, P.F., In vivo study of approximal caries depth on storage phosphor plate images compared with dental x-ray film, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 84, 210-213, 1997b.
- 76-Kitagawa, H., Scheetz, J.P., Farman, A.G., Comparison of complementary metal oxide semiconductor and charge-coupled device intraoral Xray detectors using subjective image quality, *Dentomaxillofac Radiol.*, 32, 408-11, 2003.
- 77-Wenzel, A., A review of dentists' use of digital radiography and caries diagnosis with digital systems, *Dentomaxillofac Radiol.*, 35, 307-14, 2006.
- 78-Farman, A.G., Fundamentals of image acquisition and processing in the digital era, *Orthod Craniofac Res.*, 6, 17-22, 2003.
- 79-Farman, A.G., Farman, T.T., A comparison of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 99, 485-9, 2005.
- 80-Whaites, E., *Essentials of Dental Radiography and Radiology*, Edinburg, 3RD ED, Churchill Livingstone, Chapter 17, 29-31, 2002.
- 81-Horner, K., Shearer, A.C., Walker, A., Wilson, N.H.F., Radiovisiography: an initial valuation, *Br Dent J.*, 168, 244-248, 1990.
- 82-Walker, A., Horner, K., Czajka, J., Shearer, A.C., Wilson, N.H.F., Quantitative assesment of a new dental imaging system, *Br J Radiol.*, 64, 529-536, 1991.
- 83-Welander, U., Nelvig, P., Tronje, G., McDavid, W.D., Dove, S.B., Mörner, A.C., Cederlund, T., Basic technical properties of a system for direct acquisition of digital intraoral radiographs, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 75, 506-516,1993.

- 84-Molteni, R., Direct Digital Dental X-Ray Imaging with Visualix/VIXA, Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 76, 235-243, 1993.
- 85-Leddy, B.J., Miles, D.A., Newton, C.W., Brown, C.E., Interpretation of endodontic file lengths using radiovisiography, J Endodont., 20, 542-545, 1994.
- 86-Mouyen, F., Benz, C., Sonnabend, E., Lodter, J.P., Presentation and physical evaluation of radiovisiography, Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 68, 238-242, 1989.
- 87-Nelvig, P., Wing, K., Welander, U., Sens-A-Ray. A new system for direct digital intraoral radiography, Oral Surg Oral Med Oral Pathol ., 74, 818-823, 1992.
- 88-Sanderink, G.C.H., Huiskens R., Van Der Stelt P.F., Welander, U.S., Stheeman, S.E., Image quality of direct digital intraoral x-ray sensors in assessing root canal length. The RadioVisioGraphy, Visualix/VIXA, Sens-A-Ray, and Flash Dent Systems compared with Ektaspeed films, Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 78: 125-132, 1994.
- 89- Scarfe, W.C., Fana, C.R., Farman, A.G., Radiographic detection of accessory / lateral canals: use of radiovisiography and hypaque, J Endodont., 2, 185-190, 1995.
- 90-Parks, E.T., Miles D.A., Van Dis M.L., Williamson, G.F., Razmus, T.F., Bricker, S.L., Effects of filtration, collimation, and target-receptor distance on artificial approximal enamel lesion detection with the use of radiovisiography, Oral Surg Oral Med Oral Pathol., 77, 419-426, 1994.
- 91-Hildebolt, C.F., Couture, R.A., Whiting, B.R., Dental photostimulable phosphor radiography, Dent Clin North Am., 44: 273-97, 2000.
- 92-Ludlow, J.B., Mol, A.: Digital Imaging, Oral Radiology Principles and Interpretation, St. Louis, 5TH ED. Mosby, 225-44, 2004.
- 93-Akdeniz, B.G., Gröndahl, H.G., Degradation of storage phosphor images due to scanning delay, Dentomaxillofac Radiol., 35, 74-7, 2006.

- 94-Akdeniz, B.G., Gröndahl, H.G., Köse, T., Effect of delayed scanning of storage phosphor plates, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod., 99, 603-7, 2005.
- 95-Yeler, D.Y., Taşveren S.K., Kaynar, O., Dişhekimliğinde dijital görüntüleme yöntemleri, Atatürk Üniv. Diş Hek Fak Derg Supplement., 1, 1-6, 2006.
- 96-Frederiksen, N.L., Specialized Radiographic Techniques, Oral Radiology, Principles and Interpretation, 5TH ED,. Mosby, St Louis, 245-64, 2004.
- 97-Cohenca, N., Simon, J.H., Rogers, R., Morag, Y., Malfaz, J.M., Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: Traumatic injuries, Dental Traumatol., 23(2), 95-104, 2007.
- 98-Cohenca, N., Simon, J.H., Rogers, R., Morag Y., Malfaz J.M., Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: Traumatic injuries, Dental Traumatol., 23(2), 95-104, 2007.
- 99-Ludlow, J.B., Ludlow, L.E.D., Brooks, S.L., Howerton W.B., Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, Newtom 3G and i-CAT, Dentomaxillofac Radiol., 35 (4), 219-26, 2006.
- 100- http://www.dentaleconomics.com/articles/article_display.html?id=2395 14 [01/06/2009]
- 101- Korkmaz, A., Ayas, B., Çiftçi, N., Tümkaya, L., A novel systemic field sampling approach for relatively large reference spaces used in neurostereological studies, Neuroanatomy, 2, 20, 2003.
- 102- Alkurt M.T., Bala O., Okluzal çürük teşhisinde gözle muayene, geleneksel radyografi ve dijital radyografinin etkinliğinin değerlendirilmesi, GÜ Diş Hek Fak Derg., 24(2), 101-107, 2007.
- 103- Espelid, I., Tviet A.B., Fjelltviet A., Variations among dentists in radiographic detection of occlusal caries, Caries Res., 28, 169-175, 1994.
- 104- Ekstrand, K.R., Ricketts, D.N.J., Kidd, E.A.M., Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth

- on the occlusal surface: an in vitro examination, *Caries Res.*, 31, 224-231, 1997.
- 105- Lussi, A., Impact of including or excluding cavitated lesions when evaluating methods for diagnosis of occlusal caries, *Caries Res.*, 30, 389-393, 1996.
 - 106- Svenson, B., Petersson, A., Accuracy of radiographic caries diagnosis using different X-ray generators, *Dentomaxillofac Radiol.*, 18(2), 68-71, 1989.
 - 107- Knapp, R.G., Miller, M.C.: *Clinical Epidemiology and Biostatistics*, Baltimore, Williams & Wilkins, 435, 1992.
 - 108- Nyttun, R.B., Raadal, M., Espelid. I., Diagnosis of dentin involvement in occlusal caries based on visual and radiographic examination of the teeth, *Scandinavian Journal of Dental Research*, 100 (3), 144-148, 1992.
 - 109- Beck, J.R., Schultz, E.K. , The use of relative operating characteristic (ROC) curves in test performance evaluation, *Archives of Pathology Laboratory Medicine*, 110 (1), 13-20, 1986.
 - 110- Kidd, E.A.M., Banerjee, A., Ferrier, S., Longbottom, C., Nugent, Z., Relationships between a clinical-visual scoring system and two histological techniques: A laboratory study on occlusal and approximal carious lesions, *Caries Res.*, 37, 125-129, 2003.
 - 111- Nyvad, B., Machiulskiene, V., Baelum, V., Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res.*, 33 (4), 252-260, 1999.
 - 112- Atchison, K.A, Brooks, S.L., *Guidelines for Prescribing Dental Radiographs, Oral Radiology Principles and Interpretation*, Mosby, 4TH ED, St Louis., 241-279, 2000.
 - 113- Abreu, M., Tyndall, D.A., Platin, E., Ludlow, J.B., Phillips, C., Two-and three dimensional imaging modalities for the detection of caries:A comparision between film dijital radiography and tuned aperture computed tomography (TACT), *Dentomaxillofac Radiol.*, 28, 152-57, 1999.

- 114- Peers, A., Hill, F.J., Mitropoulos, C.M., Holloway, P.J., Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and Bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: an in vitro study, *Caries Res.*, 27, 307-11, 1993.
- 115- Langlais, R.P., Skocylas, L.J., Prihoda, T.J., Langland, O.E., Schiff, T., Interpretation of Bite-wing radiographs: application of kappa statistic to determine rare agreement, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 64,751-56 1987.
- 116- Naitoh, M., Yuasa, H., Toyama, M., Shiojima, M., Nakamura, M., Ushida, M., Iida, H., Hayashi, M., Aiji, E., Observer agreement in the detection of proximal caries with direct digital intraoral radiography, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 85, 107-12, 1998.
- 117- Holt, R.D., Azevedo, M.R., Fibre optic transillumination and radiographs in diagnosis of approximal caries in primary teeth, *Community Dent Health*, 6, 239-47, 1989.
- 118- Valachovic, R.W., Douglas, C.W., Berkey, C.S., McNail, B.J., Chauncey, H.H., Examiner reliability in dental radiography, *J Dent Res.*, 65, 432-36, 1986.
- 119- Downer, M.C., Concurrent validity of an epidemiological diagnostic system for caries with the histological appearance of extracted teeth as validating criterion, *Caries Res.*, 9, 231-246, 1975.
- 120- Tveit, A.B., Espelid, I., Fjeltveit, A., Clinical diagnosis of occlusal dentin caries, *Caries Res.*, 28, 368-72, 1994.
- 121- Hintze, H., Wenzel, A., Danielson, B., Nyvad, B., Reliability of visual examination, fiberoptic transillumination and bite-wing radiography and reproducibility of direct visual examination following tooth separation for the identification of cavitated carious lesions in contacting approximal surfaces, *Caries Res.*, 32,204-209, 1998.
- 122- Gröndahl, H.G., Gröndahl, K., Okano, T., Webber, R.L., Statistical contrast enhancement of subtraction images for radiographic caries diagnosis, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 53,219-23, 1982.

- 123- Tyndall, D.A., Ludlow, J.B., Platin, E., Nair, M., A comparison of Kodak Ektaspeed plus film and the Siemens sidexis digital imaging system for caries detection using receiver operating characteristic analysis, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 85(1), 113-18, 1998.
- 124- Paurazas, S.B., Geist, J.R., Pink, F.E., Hoen, M.M., Steiman, H.R., Comparison of diagnostic accuracy digital imaging using CCD and CMOS-APS sensors with E speed film in the detection of periapical bony lesions, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 89(3), 356-62, 2000.
- 125- Nair, M.K., Ludlow, J.B., Tyndall, D.A., Platin, E., Denton, G., Periodontitis detection efficacy of film and digital images, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 85(5), 608-12, 1998.
- 126- White, S.C., Yoon, D.C., Comparative performance of digital and conventional images for detecting proximal surfaces caries, *Dentomaxillofac Radiol.*, 26, 32-38, 1997.
- 127- Emmot, L., Making sense of sensors a guide to choosing digital radiography sensors, *Dent Prod Rep.*, 2, 36-38, 2002.
- 128- Wenzel, A., Digital radiography and caries diagnosis, *Dentomaxillofac Radiol.*, 27, 3-11, 1988.
- 129- Uprichard, K.K., Potter, B.J., Russel, C.M., Schafer, T.E., Adair, S., Weller, R.N., Comparison of direct digital and conventional radiography for the detection of proximal surface caries in the mixed dentition, *Pediatr Dent.*, 22(1), 9-15, 2000.
- 130- Scmage, P., Pferffer, P., Nergiz, L. Pltzer, U., Analysis of digital image clarity for clinical purposes, *J Marmara Univ Dent Fac.*, 3(2), 931-939 1999.
- 131- Castro, V.M., Katz, J.O., Hardman, P.K., Glaros, A.G., Spencer, P., In vitro comparison of conventional film and direct digital imaging in the detection of approximal caries, *Dentomaxillofac Radiol.*, 36(3), 138-42, 2007.

- 132- Alkurt MT, Peker I, Bala O, Altunkaynak B., In vitro comparison of four different dental X-ray films and direct digital radiography for proximal caries detection, *Oper Dent.*, 32(5), 504-9, 2007.
- 133- Price, C., Ergül, N., A comparison of a film-based and a direct digital dental radiographic system using a proximal caries model, *Dentomaxillofac Radiol.*, 26, 45-52, 1997.
- 134- 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, 363-67, 1994.
- 135- Svanaes, D.B., Moystad, A., Larheim, T.A., Approximal caries depth assessment with storage phosphor versus film radiography, Evaluation of the caries-specific Oslo enhancement procedure, *Caries Res.*, 34(6), 448-53, 2000.
- 136- Syriopoulos, K., Sanderink, G.C., Velders, X.L., van der Stelt, P.F., Radiographic detection of approximal caries: a comparison of dental films and digital imaging systems, *Dentomaxillofac Radiol.*, 29(5):312-8, 2000.
- 137- Jacobsen, J.H., Hansen, B., Wenzel, A., Hintze, H., Relationship between histological and radiographic caries lesion depth measured in images from four digital radiography systems, *Caries Res.*, 38(1),34-8, 2004.
- 138- Stavropoulos, A., Wenzel, A., Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws, *Clin Oral Investig.*, 11(1),101-6, 2007.
- 139- Hansen, S.L., Huumonen, S., Gröndahl, K., Gröndahl H.G., Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod.*, 103, 114-119, 2007.
- 140- Akdeniz, B.G., Gröndahl, H.G., Magnusson, B., Accuracy of proximal caries depth measurements: comparison between limited cone beam

- computed tomography, storage phosphor and film radiography, *Caries Res.*, 40(3), 202-7, 2006.
- 141- Soğur, E., Baksi, B.G., Gröndahl, H.G., Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited cone-beam CT, storage phosphor and film radiography, *Int Endod J.*, 40(3),179-85, 2007.
- 142- Lascalea, C.A., Panella, J., Marques, M.M., Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom), *Dentomaxillofac Radiol.*, 33(5), 291-4, 2004.
- 143- Pinsky, H.M., Dyda, S., Pinsky, R.W., Misch, K.A., Sarment, D.P., Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT., *Dentomaxillofac Radiol.*, 35(6), 410-6, 2006.
- 144- Sakabe, J., Kuroki, Y., Fujimaki, S., Nakajima, I., Honda, K., Reproducibility and accuracy of measuring unerupted teeth using limited cone beam X-ray CT., *Dentomaxillofac Radiol.*, 36(1), 2-6, 2007.
- 145- Haiter-Neto, F., Dos Anjos Pontual, A., Frydenberg, M., Wenzel, A., A comparison of older and newer versions of intraoral digital radiography systems: diagnosing noncavitated proximal carious lesions, *J Am Dent Assoc.*,138(10),1353-9, 2007.
- 146- Akdeniz, B.G., Gröndahl, H.G., Magnusson, B., Accuracy of proximal caries depth measurements: comparison between limited cone beam computed tomography, storage phosphor and film radiography, *Caries Res.*, 40(3), 202-7, 2006.
- 147- Özen, T., Kamburoğlu, K., Cebeci, A.R., Yüksel, S.P., Paksoy, C.S., Interpretation of chemically created periapical lesions using 2 different dental cone-beam computerized tomography units, an intraoral digital sensor, and conventional film, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 107(3), 426-32, 2009.
- 148- Tsuchida, R., Araki, K., Okano, T., Evaluation of a limited cone-beam volumetric imaging system: comparison with film radiography in

detecting incipient proximal caries, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod., 104(3), 412-6, 2007.

- 149- Kalathingal, S.M., Mol. A., Tyndall, D.A., Caplan, D.J., In vitro assessment of cone beam local computed tomography for proximal caries detection, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod., 104(5), 699-704, 2007.
- 150- Peker, I., Alkurt, M. T., Altunkaynak, B., Film tomography compared with film and digital bitewing radiography for proximal caries detection, Dentomaxillofac Radiol., 36(8),495-9, 2007.