

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜT DİŞLERİNDEKİ OKLUZAL ÇÜRÜKLERİN TEŞHİSİNDE  
GELENEKSEL VE YENİ GELİŞTİRİLEN YÖNTEMLERİN  
ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

DT. ARZU KOÇKANAT

DOKTORA TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI  
DOÇ. DR. MURAT ÜNAL

SİVAS  
2015

**“Süt Dişlerindeki Okluzal Çürüklerin Teşhisinde Geleneksel ve Yeni Geliştirilen Yöntemlerin Etkinliklerinin Araştırılması”** adlı **Doktora** Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Restoratif Diş Tedavisi** Ana Bilim Dalı’nda **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	Prof. Dr. Giray BOLAYIR	_____
Üye	Yrd. Doç. Dr. Salih DOĞAN	_____
Üye	Yrd. Doç. Dr. Mustafa AYDINBELGE	_____
Üye	Yrd. Doç. Dr. Arife KAPDAN	_____
Üye (Danışman)	Doç. Dr. Murat ÜNAL	_____

ONAY

Bu tez çalışması, .../.../... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ali ÇELİKSÖZ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MÜDÜRÜ

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 18.02.2015 tarihli ve 4/4 sayılı kararı ile kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

## ÖZET

### SÜT DİŞLERİNDEKİ OKLUZAL ÇÜRÜKLERİN TEŞHİSİNDE GELENEKSEL VE YENİ GELİŞTİRİLEN YÖNTEMLERİN ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ARZU KOÇKANAT

Doktora Tezi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat ÜNAL

2015, 165 sayfa

Bu çalışmanın amacı süt dişlerindeki okluzal çürüklerin teşhisinde geleneksel ve yeni geliştirilen yöntemlerin etkinliklerini hem in vivo hem de in vitro koşullarda araştırmaktır.

Çalışmada 9-12 yaş arası çocukların daimi diş indifasına bağlı olarak düşme zamanı gelmiş, radyografik olarak da çekim endikasyonu konulmuş 1. ve 2. süt molar dişleri kullanıldı. Makroskobik olarak sağlıklı görünen, fissür renklenmesi bulunan ve okluzal yüzeyde önemsiz derecede yıkım bulunan dişler çalışmaya dahil edilirken florozisli, hipoplazik veya dolgulu dişler çalışmaya dahil edilmedi. 2 farklı gözlemci 120 adet süt dişini görsel muayene, radyografik muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera kullanılarak önce ağız içerisinde in vivo olarak değerlendirdi. Daha sonra dişler çekildi ve +4<sup>0</sup>C de salin solüsyonunda 2 hafta bekletildi. Ardından gözlemciler radyografik muayene dışındaki diğer tüm teşhis yöntemlerini kullanarak dişleri in vitro olarak değerlendirdi. Bu değerlendirmeden 2 hafta sonra tüm dişler tekrar değerlendirildi. Ardından dişlerden isomet cihazı ile su soğutması altında bukkolingual yönde kesitler alındı ve stereomikroskopta incelendi. Downer's histolojik kriteri altın standart olarak kabul edildi. SPSS 16.0 versiyonu ile her bir yöntem için tüm çürükler ve dentin çürüğü için duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim değeri, negatif kestirim değeri, doğruluk ve ROC eğrisi altında kalan alanlar hesaplanmıştır. Gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumluluk değerleri için Cohen's kappa analizi ve Intraclass Correlation Coefficient (ICC) yapıldı.

Tüm yöntemlerin hem kappa hem ICC değerlerine göre gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumluluğu yüksek bulunmuştur.

In vivo koşullarda D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> eşik değerlerinde en yüksek duyarlılık değerlerini ICDAS II ve SoproLife kamera verirken, en düşük duyarlılık değerini radyografik muayene vermiştir.

In vitro koşullarda D<sub>3</sub> eşik değerinde en yüksek duyarlılık değerlerini ICDAS II ve SoproLife kamera verirken, en düşük duyarlılık değerini CarieScan PRO vermiştir. Genel olarak tüm metotlar yüksek spesifite göstermiştir.

Sonuç olarak ICDAS II yöntemi süt dişleri okluzal çürüklerinin teşhisinde tek başına yeterli görünmektedir. SoproLife kamera ise lezyonun görüntülenmesi, takibi, hastaya sağladığı motivasyonlar açısından kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Süt diş, okluzal çürük, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, floresans kamera, ICDAS II

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE OF TRADITIONAL AND NOVEL METHODS IN THE DETECTION OF OCCLUSAL CARIES IN PRIMARY TEETH**

**ARZU KOÇKANAT**

Phd Thesis, Department of Restorative Dentistry

Supervisor: Associate Prof. Dr. Murat ÜNAL

2015, 165 pages

The aim of this study is to investigate the in vivo and in vitro performance of traditional and novel methods in the detection of occlusal caries in primary teeth

In the study, children aged of 9-12 years whose exfoliation time was completed by eruption of permanent teeth and extraction indication was firm by radiographically 120 primary 1. and 2. molar teeth were used. While the teeth with macroscopically visible healthy, fissure discoloration, occlusal surface with insignificant demineralization included to the study, hypoplastic or filled teeth were excluded from the study. 120 primary teeth were evaluated by two different observer using visible inspection, radiographic examination, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife camera in vivo. Then the teeth were extracted and stored saline solution for two weeks at 4°C. Then observers using all other diagnostic methods except radiographic inspection were evaluated in vitro. After two weeks all teeth were re-evaluated. Then the teeth sectioned buccolingually by Isomet under water cooling and viewed stereomicroscope. Downer's histological scoring criterion was the validation gold standard. With SPSS version 16.0 sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, accuracy, area under the receiver operator curves were calculated for all caries and dentin caries. Intra and inter observer repeatability was analysed using Cohen's kappa and Intraclass Correlation Coefficient (ICC).

Intra and inter observer repeatability were high for all methods according to both ICC and kappa value.

While ICDAS and SoproLife camera showed highest sensitivity value at D<sub>1</sub> and D<sub>3</sub> threshold in vivo, radiographic examination showed lowest sensitivity value.

While ICDAS and SoproLife camera showed highest sensitivity value at D<sub>3</sub> threshold in vitro, CarieScan PRO showed lowest sensitivity value. In general, all methods showed high specificity.

In conclusion the ICDAS II method seems sufficient alone in the diagnosis of occlusal caries of primary teeth.

SoproLife camera may be used, as it may visualize and record the lesion, provides information for the clinician about the succes of long-term protective applications and increases patient motivation by enabling re-evaluation of treatment.

**Keywords:** Primary teeth, occlusal caries, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, fluorescence camera, ICDAS II

## TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleri ile bana her konuda destek olan ve yol gösteren, iyi niyetini hiçbir zaman esirgemeyen, tezimin her aşamasında titizlikle ve sabırla bana yardımcı olan, saygıdeğer ve çok değerli abim, hocam, danışmanım Doç. Dr. Murat ÜNAL'a en içten kalbi duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim boyunca desteğini her zaman hissettiğim, bilgi ve tecrübesinden çok şey öğrendiğim, değerli ablam ve hocam Yrd. Doç. Dr. Arife KAPDAN'a

Tez çalışmamın yönlendirilmesinde fikirlerini ve emeğini esirgemeyen Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi değerli hocam Prof. Dr. Giray BOLAYIR'a

Değerli zamanını ayırarak sınavıma katılma nezaketini gösteren Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Salih DOĞAN ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa AYDINBELGE'ye

Bölümümüzün değerli ve yardımsever hocaları Yrd. Doç. Dr. Fatih ÖZNURHAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Burak BULDUR'a

Tez çalışmalarımda emeğini ve zamanını esirgemediğim benimle beraber çalışan ve bana yardımcı olan sevgili arkadaşım ve dostum Dt. Tuğba ARI'ya

Beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum C.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'ndaki çalışma arkadaşlarıma

Çalışmam için gerekli ekipman ve malzemeyi proje kapsamında temin eden Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı'na

Ayrıca; tüm eğitim hayatım süresince benim yanımda olan, hem maddi hem de manevi olarak beni daima destekleyen değerli aileme ve çalışmalarımı sürdürürken ki göstermiş olduğu sabır, destek ve sevgi için değerli eşime

En içten kalbi duygularıyla sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.



# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

## Sayfa No

ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER DİZİNİ.....	xvi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii

1. GİRİŞ.....	1
---------------	---

2. GENEL BİLGİLER.....	3
------------------------	---

2.1 Diş Dokusunun Anatomik ve Histolojik Yapısı .....	3
---	---

2.1.1 Mine .....	3
------------------	---

2.1.2 Dentin.....	4
-------------------	---

2.2 Diş Çürüğünün Tanımı ve Etiyolojisi .....	5
---	---

2.2.1 Diş Çürüğünün Gelişimi .....	8
------------------------------------	---

2.2.2 Diş Çürüğünün Sınıflandırılması .....	8
---	---

2.2.2.1 Mine Çürüğü.....	9
--------------------------	---

2.2.2.2 Dentin Çürüğü .....	11
-----------------------------	----

2.2.2.3 Okluzal Diş Çürüğü.....	13
---------------------------------	----

2.2.2.3.1 Okluzal Diş Çürüğünün Teşhisi.....	14
--	----

2.2.2.3.2 Süt Dişlerindeki Okluzal Çürüklerin Teşhisinin Önemi. 17	
--	--

2.3 Çürük Teşhis Yöntemleri .....	17
-----------------------------------	----

2.3.1 Geleneksel Çürük Teşhis Yöntemleri .....	18
--	----

2.3.1.1 Görsel Muayene.....	18
-----------------------------	----

2.3.1.2 Görsel ve Sondla muayene .....	19
--	----

2.3.1.2.1 International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) .....	20
---	----

2.3.1.3 Konvansiyonel Radyografiler.....	29
--	----

2.3.2 Modern Çürük Teşhis Yöntemleri .....	31
2.3.2.1 Dijital Radyografiler .....	31
2.3.2.1.1 Direk Dijital Radyografi .....	32
2.3.2.1.2 Yarı Direk Dijital Radyografi .....	34
2.3.2.1.3 İndirek Dijital Radyografiler .....	36
2.3.2.1.4 Dijital Radyografların Avantajları .....	37
2.3.2.1.5 Dijital Radyografilerin Dezavantajları .....	38
2.3.2.2 Fiber Optik Transilüminasyon (FOTI) .....	38
2.3.2.3 Dijital Fiber Optik Transilüminasyon (DIFOTI) .....	39
2.3.2.4 Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF) .....	39
2.3.2.5 Lazer Floresans Yöntemi .....	41
2.3.2.5.1 DIAGNOdent .....	42
2.3.2.5.2 DIAGNOdent Pen .....	43
2.3.2.5.3 SoproLife Kamera .....	50
2.3.2.5.4 VistaProof .....	54
2.3.2.5.5 LED Teknoloji (Midwest I.D.) .....	55
2.3.2.6 Kızılötesine Yakın Işıklı Görüntüleme (NIR) .....	55
2.3.2.6.1 Optik Koherans Tomografisi (OCT) .....	56
2.3.2.7 Elektriksel İletkenlik Ölçüm Yöntemi .....	57
2.3.2.7.1 Elektronik Çürük Monitörü (ECM) .....	57
2.3.2.7.2 CarieScan PRO .....	59
2.3.2.8 Ultrasonik görüntüleme .....	63
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>64</b>
3.1 Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması .....	64
3.2 Çalışmaya Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri .....	64
3.3 Gözlemcilerin Kalibrasyonu .....	65
3.4 Yöntem .....	65
3.4.1 In vivo Aşamaya Ait Yöntem .....	65
3.4.2 In vitro Aşamaya Ait Yöntem .....	73
3.4.3 Histolojik Değerlendirme .....	77
3.5 İstatistiksel Analiz .....	80

<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>82</b>
4.1 In Vivo Aşamaya Ait Bulgular .....	86
4.1.1 D <sub>1</sub> ve D <sub>3</sub> Histolojik Eşik Değerlerine Göre Her Bir Gözlemci İçin Çürük Teşhis Yöntemlerinin Duyarlılık, Seçicilik, Pozitif Kestirim, Negatif Kestirim, Doğruluk Oranı Değerlerine Ait Bulgular .....	86
4.1.2 D <sub>1</sub> ve D <sub>3</sub> Eşik Değerlerine Göre Çürük Teşhis Yöntemleri ile Histoloji Sonuçları Arasındaki Uyuma Ait Bulgular .....	91
4.1.3. Çürük Teşhis Yöntemlerinin D <sub>1</sub> ve D <sub>3</sub> Histolojik Eşik Değerlerine Göre ROC Eğrileri ve Altında Kalan Alanlara Ait Bulgular .....	93
4.2 In Vitro Aşamaya Ait Bulgular .....	101
4.2.1 D <sub>1</sub> ve D <sub>3</sub> Histolojik Eşik Değerlerine Göre Her Bir Gözlemci İçin Çürük Teşhis Yöntemlerinin Duyarlılık, Seçicilik, Pozitif Kestirim, Negatif Kestirim, Doğruluk Oranı Değerlerine Ait Bulgular .....	102
4.2.2 D <sub>1</sub> ve D <sub>3</sub> Eşik Değerlerine Göre Çürük Teşhis Yöntemleri ile Histoloji Sonuçları Arasındaki Uyuma Ait Bulgular .....	106
4.2.3 Çürük Teşhis Yöntemlerinin D <sub>1</sub> ve D <sub>3</sub> Histolojik Eşik Değerlerine Göre ROC Eğrileri ve Altında Kalan Alanlara Ait Bulgular .....	108
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>116</b>
<b>6. SONUÇLAR</b> .....	<b>134</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>135</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>147</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 2.1 Diş çürüğünü etkileyen faktörlerin şematik görüntüsü.....	5
Şekil 2.2 Mineral kaybının zamana bağlı şekli.....	10
Şekil 2.3 Okluzal çürük lezyonların aşamaları .....	15
Şekil 2.4 DIAGNOdent pen cihazı .....	44
Şekil 2.5 DIAGNOdent pen cihazının çalışma prensibi .....	45
Şekil 2.6 DIAGNOdent pen cihazının safir uçları ve kalibrasyon diski.....	45
Şekil 2.7 DIAGNOdent pen cihazının kalibrasyonu .....	46
Şekil 2.8 SoproLife kameranın önden ve arkadan görünüşü .....	50
Şekil 2.9 CariesScan PRO cihazı.....	59
Şekil 2.10 CariesScan PRO cihazının dudak klipi, uçları ve renk kodları göstergesi ...	61
Şekil 3.1 Çalışmaya dahil edilen örnek dişler.....	64
Şekil 3.2 X-Mind röntgen cihazı.....	66
Şekil 3.3 1 nolu fosfor plak ve koruyucu kılıfı .....	66
Şekil 3.4 PSP!X tarayıcısı.....	66
Şekil 3.5 Sopro Imaging Programı .....	66
Şekil 3.6 '0' kodu verilen örnek.....	66
Şekil 3.7 '1' kodu verilen örnek.....	67
Şekil 3.8 '2' kodu verilen örnek.....	67
Şekil 3.9 '3' kodu verilen örnek.....	67
Şekil 3.10 '0' kodu verilen örnek.....	68
Şekil 3.11 '1' kodu verilen örnek.....	68
Şekil 3.12 '2' kodu verdiği örnek .....	68
Şekil 3.13 '3' kodu verilen örnek.....	68
Şekil 3.14 '4' kodu verdiği örnek .....	68
Şekil 3.15 DIAGNOdent pen cihazının ağız içinde kullanımı .....	69
Şekil 3.16 CarieScan PRO cihazının ağız içinde kullanımı.....	70
Şekil 3.17 SoproLife kameranın ağız içi kullanımı .....	72
Şekil 3.18 Sopro Imaging programı ve yakalanan görüntüler .....	72
Şekil 3.19 '0' kodu verilen örnek.....	73
Şekil 3.20 '1' kodu verilen örnek.....	73
Şekil 3.21 '2' kodu verilen örnek .....	73
Şekil 3.22 '3' kodu verilen örnek .....	73
Şekil 3.23 '4' kodu verilen örnek.....	73

Şekil 3.24 '5' kodu verilen örnek.....	73
Şekil 3.25 Dişlerin saklandığı cam şişe .....	74
Şekil 3.26 Akrile gömülen diş örneği .....	74
Şekil 3.27 DIAGNOdent pen cihazının in vitro uygulaması.....	75
Şekil 3.28 CarieScan PRO cihazının in vitro uygulaması .....	76
Şekil 3.29 CarieScan PRO cihazının sistem testi .....	76
Şekil 3.30 SoproLife kameranın in vitro kullanışı.....	77
Şekil 3.31 Isomet kesit alma cihazı .....	77
Şekil 3.32 Bukko-lingual yönde işaretlenen dişler .....	78
Şekil 3.33 Histolojik incelemede kullanılan stereomikroskop .....	78
Şekil 3.34 Histolojik değerlendirmede '0' kodu verilen örnek .....	79
Şekil 3.35 Histolojik değerlendirmede '1' kodu verilen örnek .....	79
Şekil 3.36 Histolojik değerlendirmede '2' kodu verilen örnek .....	80
Şekil 3.37 Histolojik değerlendirmede '3' kodu verilen örnek .....	80
Şekil 3.38 Histolojik değerlendirmede '4' kodu verilen örnek .....	80
Şekil 4.1 Çalışmada kullanılan dişlerin çürük derinliklerinin dağılımı .....	83
Şekil 4.2 Çalışmada kullanılan dişlerin histolojik eşik değerlerine göre dağılımı .....	82
Şekil 4.3 In vivo koşullar altında görsel muayeneye ait ROC eğrisi.....	94
Şekil 4.4 In vivo koşullar altında radyografik muayeneye ait ROC eğrisi.....	95
Şekil 4.5 In vivo koşullar altında DIAGNOdent pen'e ait ROC eğrisi .....	96
Şekil 4.6 In vivo koşullar altında CarieScan PRO'ya ait ROC eğrisi.....	96
Şekil 4.7 In vivo koşullar altında SoproLife kamera'ya ait ROC eğrisi.....	97
Şekil 4.8 In vivo koşullar altında görsel muayeneye ait ROC eğrisi.....	99
Şekil 4.9 In vivo koşullar altında radyografik muayeneye ait ROC eğrisi .....	99
Şekil 4.10 In vivo koşullar altında DIAGNOdent pen'e ait ROC eğrisi .....	100
Şekil 4.11 In vivo koşullar altında CarieScan PRO'ya ait ROC eğrisi.....	100
Şekil 4.12 In vivo koşullar altında SoproLife kamera'ya ait ROC eğrisi.....	101
Şekil 4.13 In vitro koşullarda görsel muayeneye ait ROC eğrisi.....	109
Şekil 4.14 In vitro koşullarda DIAGNOdent pen'e ait ROC eğrisi.....	110
Şekil 4.15 In vitro koşullarda CarieScan PRO'ya ait ROC eğrisi .....	111
Şekil 4.16 In vitro koşullarda SoproLife kamera'ya ait ROC eğrisi .....	111
Şekil 4.17 In vitro koşullarda görsel muayeneye ait ROC eğrisi.....	113
Şekil 4.18 In vitro koşullarda DIAGNOdent pen'e ait ROC eğrisi.....	114
Şekil 4.19 In vitro koşullarda CarieScan PRO'ya ait ROC eğrisi .....	114
Şekil 4.20 In vitro koşullarda SoproLife kamera'ya ait ROC eğrisi .....	115

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 2.1	ICDAS çürük kodları ve tanımları.....	24
Çizelge 2.2	DIAGNOdent pen cihazı için üretici firma tarafından önerilen skala.....	46
Çizelge 2.3	Üretici firmanın önerdiği renk kodlarına göre önerdiği tedavi seçeneği... 61	
Çizelge 3.1	Radyografik skorlama kriterleri.....	66
Çizelge 3.2	Downer'ın histolojik skorlama kriterleri .....	79
Çizelge 3.3	Skor ve kodların aynı gruplar altında birleştirilmesi .....	81
Çizelge 4.1	Gözlemciler arası kappa değerleri .....	83
Çizelge 4.2	Gözlemci içi kappa değerleri .....	83
Çizelge 4.3	Landis ve Koch değerlendirme kriterleri.....	84
Çizelge 4.4	Gözlemciler arası ICC değerleri .....	85
Çizelge 4.5	Gözlemci içi ICC değerleri.....	85
Çizelge 4.6	D <sub>1</sub> eşik değerine göre çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri .....	87
Çizelge 4.7	D <sub>3</sub> eşik değerine göre çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri.....	90
Çizelge 4.8	D <sub>1</sub> eşik değerine göre in vivo koşullarda gözlemcilerin kullanmış oldukları çürük teşhis yöntemlerinin histolojik kesitlerle uyumluluğu .....	91
Çizelge 4.9	D <sub>3</sub> eşik değerine göre in vivo koşullarda gözlemcilerin kullanmış oldukları çürük teşhis yöntemlerinin histolojik kesitlerle uyumluluğu .....	92
Çizelge 4.10	In vivo koşullar altında D <sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre çürük teşhis yöntemlerine ait eşik değerler, bu değerleri veren duyarlılık ve seçicilik değerleri, ROC eğrisi altında kalan alanlar .....	94
Çizelge 4.11	In vivo koşullar altında D <sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre çürük teşhis yöntemlerine ait eşik değerler, bu değerleri veren duyarlılık ve seçicilik değerleri, ROC eğrisi altında kalan alanlar .....	98
Çizelge 4.12	D <sub>1</sub> eşik değerine göre her bir gözlemci için kullandıkları çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri.....	103
Çizelge 4.13	D <sub>3</sub> eşik değerine göre her bir gözlemci için kullandıkları çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri.....	105

- Çizelge 4.14  $D_1$  eşik değerine göre in vitro koşullarda gözlemcilerin kullanmış oldukları çürük teşhis yöntemlerinin histolojik kesitlerle uyumluluğu ... 106
- Çizelge 4.15  $D_3$  eşik değerine göre in vivo koşullarda gözlemcilerin kullanmış oldukları çürük teşhis yöntemlerinin histolojik kesitlerle uyumluluğu .. 108
- Çizelge 4.16 In vitro koşullar altında  $D_1$  histolojik eşik değerine göre kullanılan çürük teşhis yöntemlerine ait eşik değerler, bu değerleri veren duyarlılık ve seçicilik değerleri, ROC eğrisi altında kalan alanlar..... 109
- Çizelge 4.17 In vitro koşullar altında  $D_3$  histolojik eşik değerine göre kullanılan çürük teşhis yöntemlerine ait eşik değerler, bu değerleri veren duyarlılık ve seçicilik değerleri, ROC eğrisi altında kalan alanlar..... 112

## SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrad derece
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\kappa$	Kappa
$\pm$	Artı eksi
$>$	Den büyüktür
$=$	Eşittir
	#



## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>pH</b>	Power of hydrogen
<b>H</b>	Hidrojen
<b>Ca</b>	Kalsiyum
<b>PO<sub>4</sub></b>	Fosfat
<b>OH</b>	Hidroksil
<b>F</b>	Florid
<b>µm</b>	Mikrometre
<b>ml</b>	Mililitre
<b>nm</b>	Nanometre
<b>Mhz</b>	Megahertz
<b>kVp</b>	Kilovolt peak
<b>mA</b>	Miliamper
<b>W</b>	Watt
<b>ICDAS</b>	International Caries Detection and Assessment System
<b>FOTI</b>	Fiber Optik Translüminasyon
<b>DIFOTI</b>	Dijital Fiber Optik Transilüminasyon
<b>OCT</b>	Optik Koherans Tomografi
<b>QLF</b>	Kantitatif Işık Etkili Floresans
<b>CCD</b>	Charge Coupled Device
<b>CMOS-APS</b>	Complementary Metal Oxide Semiconductor-Active Pixel Sensor
<b>DDR</b>	Direk Dijital Radyografi
<b>RVG</b>	Radiovisiography
<b>sn</b>	Saniye
<b>LED</b>	Light-emitted diod
<b>LIFEDT</b>	Light induced fluorescence evaluator for diagnosis and treatment
<b>NIR</b>	Kızılötesine yakın ışıkla görüntüleme
<b>ECM</b>	Elektronik çürük monitörü
<b>ACIST</b>	Alternating Current Impedance Spectroscopy
<b>ICC</b>	Intraclass Correlation Coefficient
<b>ROC</b>	Receiver operating characteristic
<b>AUROC</b>	Area under receiver operating characteristic
<b>SN</b>	Sensitivite

<b>SP</b>	Spesifisite
<b>PPV</b>	Positive predictive value
<b>NPV</b>	Negative predictive value

## 1. GİRİŞ

Diş çürüğü, etiyojisinde birçok faktörün rol oynadığı enfeksiyöz bir hastalıktır. Plak bakterilerinin diyetle alınan karbonhidratları fermente etmesi sonucu oluşan organik asitlerin diş sert dokularındaki mineralleri çözmesiyle oluşmaktadır [1].

Eski çağlardan beri varlığı bilinen diş çürüğünün günümüze kadar görülme sıklığı sürekli artış göstermiştir. Ancak son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerin koruyucu diş hekimliği uygulamalarına ağırlık vermesi sonucu çürük prevalansında azalma olmuştur [2].

Koruyucu uygulamalar diş hekimliği'nde giderek önem kazanmaktadır. Bu yaklaşım diş dokularını maksimum oranda koruma ilkesine dayanır ve en önemli basamaklarından birisi de diş çürüklerinin erken tanısıdır [3]. Daimi dişlere göre demineralizasyona daha yatkın olan süt dişlerinde çürük lezyonlarının erken teşhisi operatif tedavinin engellenmesi açısından önemlidir [4, 5].

Okluzal yüzeyler, morfolojik yapısı nedeniyle çürük gelişimi için en müsait alanlardır. Bu bölgelerde tükürüğün temizleyici etkisinin az olması aynı zamanda mekanik temizleme işlemleriyle bu bölgelerin yeterince temizlenememesi çürük gelişimine neden olmaktadır. Bu yüzden koruyucu uygulamalarla düz yüzey çürüklerinin insidansı düşerken okluzal çürüklerin insidansının yüksek olduğu bildirilmiştir [6].

Okluzal çürüklerin teşhisinde klinisyenler en sık görsel yöntemi kullanmaktadırlar. Yaygın florür kullanımına bağlı olarak okluzal yüzeylerde ortaya çıkan gizli çürükler bu yöntemin etkinliğini sınırlamaktadır [7]. Görsel inceleme yeterli olmadığında ise klinisyenlerin başvurduğu yöntem radyograflardır [8]. Fakat çürüğün radyografda görülebilmesi için en az % 30 demineralizasyon oluşması gerektiğinden başlangıç çürükleri gözden kaçabilmektedir [9]. Gelişen teknoloji ile geleneksel radyograflar yerini dijital radyografi sistemlerine bırakmıştır. Görüntünün hızlı bir şekilde elde edilmesi, daha az radyasyon dozu kullanılması, görüntülerin saklanabilmesi gibi avantajlarından dolayı dijital radyografi tercih edilen bir tanı yöntemi olarak öne çıkmaktadır [10].

International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) çürük teşhisi için görsel bir sistem olup çürüğün şiddetini 6 aşamada tarif eder. Bu metot standart bilgi toplamasına ve mevcut çalışmalar arasında karşılaştırma yapmaya izin verir [11]. Yapılan çalışmalar daimi ve süt dişlerinin okluzal çürüklerinin teşhisinde bu sistemin iyi bir performans gösterdiğini ortaya koymuştur [11, 12].

Geleneksel teşhis yöntemlerinin okluzal çürüklerin teşhisinde yetersiz kalması sebebiyle çeşitli tanı araçları geliştirilmiştir. Sağlam ve demineralize diş dokuları arasındaki floresans farklılığı esasına dayanan DIAGNOdent Pen (Kavo, Biberach, Almanya) bunlara bir örnektir [13].

Güncel tanı araçlarına bir diğer örnek CarieScan PRO (Dundee, Scotland) cihazıdır. Çürük teşhisi için düşük voltajlı çok sayıda frekans kullanan bu sistem dalgalı akım empedans spektroskopisi tekniği ile çalışır [14, 15].

İndirgenmiş lazer floresans olgusuna dayanan SoproLife kamera (Acteon, La Ciotat, France) ise yüksek büyütme oranı oral kamera aracılığıyla görsel incelemenin avantajlarını, lazer floresans cihazının avantajlarıyla birleştiren güncel çürük tanı yöntemidir. [16, 17].

Literatürde daimi dişler üzerinde çürük teşhis yöntemleri ile ilgili çok sayıda araştırma olmasına karşın süt dişleri ile yapılan özellikle klinik çalışma sayısı nispeten daha azdır. Çalışmamızın amacı süt dişi okluzal çürüklerinin teşhisinde geleneksel ve yeni geliştirilen yöntemlerin in vivo ve in vitro etkinliklerini araştırmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Diş Dokusunun Anatomik ve Histolojik Yapısı

#### 2.1.1 Mine

Mine yüksek oranda inorganik madde içeren anatomik kronu örten vücuttaki en sert biyolojik dokudur. Sertliği yaklaşık olarak 365-396 knoop' tur [18]. Kalınlığı ise bulunduğu yere göre değişir. Kole bölgesinde 100 µm' den daha azken molar dişlerin tüberkül tepesinde 2,5 mm' ye kadar ulaşır [19].

Süt dişlerinde mine kalınlığı daimi dişlerdeki mine kalınlığının yaklaşık yarısı kadardır. Bunun sebebi ise süt dişlerinin kron gelişimi ortalama 6-14 ay sürerken daimi dişlerde ortalama 3-4 yıl sürer. [20].

Diş minesinde hacim olarak %86 inorganik, %2 organik materyal ve %12 oranında su bulunur. Ağırlık olarak %96' sı inorganik, %1' i organik materyallerden oluşmuş olup geri kalan %3' ü sudur [18, 21].

Süt dişlerinde inorganik yapı daimi dişlere göre daha az olup %92-93 civarındadır. Organik madde oranı %4 ve su oranı %3' tür. Yani süt dişlerinde mineralizasyon seviyesi daha düşüktür [22].

Diş minesinin inorganik yapısının büyük kısmını hidroksiapatit kristalleri oluştururken çok az bir kısmını karbonat, magnezyum, potasyum, sodyum, çinko ve florid gibi değişik mineraller oluşturur [23].

Mine, mine-dentin sınırından diş yüzeyine doğru hemen hemen dik olarak uzanan mine prizmaları, prizma kınları ve interprizmatik ara maddeden oluşur. Mine prizmalarının ışık mikroskopunda altıgen şekilde oldukları görülür ve mine yüzeyine doğru dalgalı bir yol çizerek ilerler. Prizmaların çapları süt dişlerinde daha azdır [24]. Süt dişlerinde mine prizmaları daimi dişlere oranla daha geniş açı yaparak sonlanır. Yüzeyi prizma içermeyen aprizmatik mine tabakası ile örtülüdür. Prizmasız mine tabakasında hidroksiapatit kristalleri birbirlerine paralel şekilde mine yüzeyine dik olarak yerleşmiştir. Daimi dişlerde sadece servikal üçlüde bulunan aprizmatik tabaka süt dişlerinde daha kalın ve uniformdur [20].

Prizmaların arasında interprizmatik ara madde olarak adlandırılan proteinden zengin alan vardır. Bu alan minenin organik yapısını oluşturup geçirgenliğini belirler. Süt dişlerinde mine prizmalarının genişliği daha küçük olduğundan interprizmatik alan daha geniştir bu durum çürüğün yayılım hızını artırır [25].

### 2.1.2 Dentin

Dentin hem kronga hem kökte bulunup diş kitlesinin en büyük kısmını oluşturan bir sert dokudur. Klinik olarak mine kadar translüens olmadığından açık sarı renktedir ve şekli diş dizisindeki yerine göre değişir ancak ana çizgileriyle dişin dış görünüşü gibidir [22].

Dentinin % 70' i inorganik, % 20' si organik maddeden, % 10' u ise sudan oluşmaktadır. Mineden daha az inorganik yapı içeriğinden sertliği de mineden daha azdır. İnorganik kısım mine de olduğu gibi hidroksiapatit kristallerinden oluşur fakat kristaller minedeki kristallere göre daha küçüktür. Minede olduğu gibi dentinde de düşük oranda karbonat, bakır, fosfat, demir, çinko gibi farklı elementler vardır. Organik matriksin % 90' ı kollajenden geri kalan kısmı fosfoproteinler proteoglikanlar, kondroidin sülfat, büyüme faktörleri ve yağlardan oluşmaktadır [18].

Süt ve daimi diş dentini morfolojik ve histolojik olarak birbirine benzer fakat süt dişi dentini prenatal ve postnatal olmak üzere 2 tabakadan oluşur ve prenatal dentinin yoğun ve homojen bir yapısı varken postnatal dentin daha pöröz bir yapı gösterir [26].

Odontoblastlar, primer dentini yaptıktan sonra uzantılarını dentin içinde bırakarak dentin tübüllerini oluştururlar. Dentin-mine ve dentin-sement birleşiminden pulpaya kadar tüm dentini baştanbaşa geçen tübüller pulpaya doğru 'S' çizerek uzanırlar. Tübül çapları periferde 0,5 µm iken pulpaya yaklaştıkça 2-3 µm' ye ulaşır. Tübüller genç yaşlarda daha genişken yaş ilerledikçe daralır [18, 21]. Dentin tübülleri materyallerin dentine geçişini sağlayan ana kanallardır ve içinde odontoblast uzantılarının bulunması canlı bir doku olduğunu gösterir [27]. Dentin çürük, travma, restoratif işlemler, kimyasal iritanlar gibi değişik uyaranlara karşı tamir yeteneğine sahip bir dokudur.

Süt dişlerinde dentin tabakasının kalınlığı daimi dişlerin dentin kalınlığının yarısı kadardır. Prenatal dönemde fetüsün gereksinimlerinin en üst düzeyde karşılanması sebebiyle de süt dişlerinin dentin kalsifikasyonu daha homojendir [28]. Dentin tübüllerinin doğrultusu daimi dişlerde kıvrımlı iken süt dişlerinde daha düzdür [29]. Süt

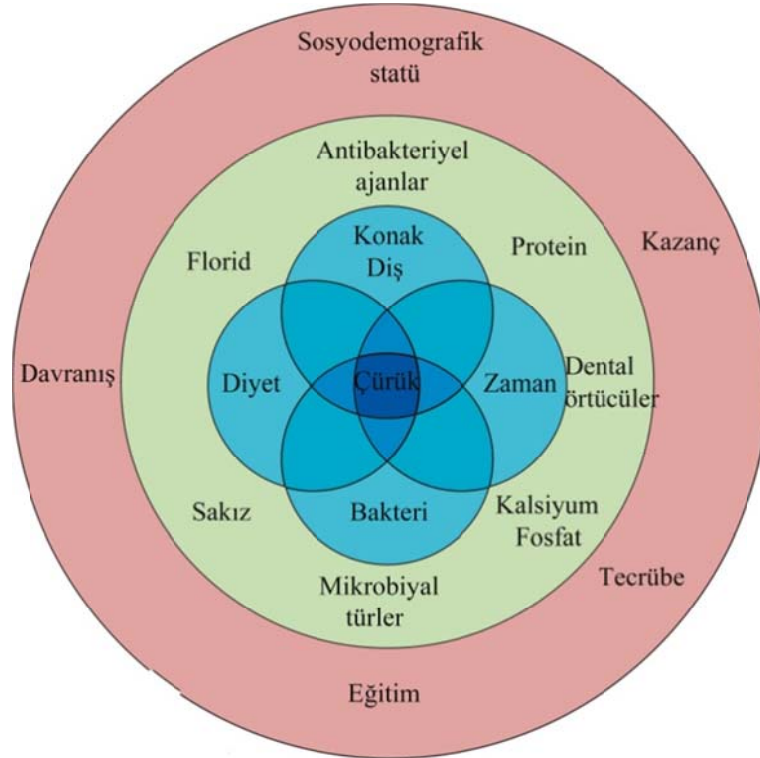
dişlerinde tübül yoğunluğu daimi dişlere oranla daha az olup peritübüler dentin daha fazladır. Buna bağlı olarak dentin tübül çapları daha dardır [30].

## 2.2 Diş Çürüğünün Tanımı ve Etiyolojisi

Diş sert dokularını oluşturan inorganik kalsiyum fosfat kristalleri ile organik matriks arasındaki elektrostatik bağlantının, hidrojen (H) iyonları tarafından fizikokimyasal düzeyde bozulması ve kalsiyum fosfat kristallerinin yıkımı ile başlayan, sonra dokuda submikroskopik, mikroskopik ve ardından makroskopik düzeyde madde kaybına sebep olan olaylar dizisine diş çürümesi denir [18].

Diş çürüğünün eski çağlardan beri insanlığı etkileyen kronik enfeksiyöz bir hastalık olduğu bilinmektedir. Fakat bu dönemde daha sınırlı görülen çürüğün günümüzde görülme sıklığı oldukça artmıştır.

Diş çürüğü çok sayıda faktörün karşılıklı etkileşimi ile ortaya çıkan multifaktöriyel bir hastalıktır. Bu faktörler çürük gelişimini doğrudan etkileyen konak, bakteri, diyet ve zamandır [31]. Bu faktörlerin yanı sıra kişisel ve çevresel faktörler de çürük oluşumunda etkiye sahiptir (Şekil 2.1) [32].



Şekil 2.1 Diş çürüğünü etkileyen faktörlerin şematik görüntüsü

Diş çürüğünün oluşumunda etkili olan konak faktörü dişe ve tükürüğe bağlı etmenleri içerir. Dişin dental arktaki pozisyonu, morfolojisi, yapısı ve ağız içinde bulunma süresi dişe bağlı faktörleri oluşturur. Plak birikiminin daha fazla olduğu posterior dişler anterior dişlerle karşılaştırıldığında çürük oluşumuna daha yatkındır. Molar dişlerin okluzal yüzeyleri yüksek çürük riskine sahipken anterior dişlerin lingual yüzeyleri düşük çürük riskine sahiptir [33]. Pit ve fissürün yapısı da çürük oluşumunda etkilidir. Daha sık pit ve fissüre sahip süt 1. molar dişler süt 2. molar dişlerle karşılaştırıldığında daha düşük çürük riskine sahiptir [34]. Sürmesini tamamlamamış dişler okluzyona gelene kadar çürük açısından risklidir. Çünkü bu dişlerde fizyolojik kuvvetlerle temizlenme olmadığı için plak birikimi fazladır. Ayrıca yeni sürmüş dişlerin mine dokusu tam olarak olgunlaşmadığı için daha kolay demineralize olmaktadır. Diş dizisindeki çapraşıklıklar, uyumsuz restorasyonlar, ortodontik apareyler plak birikimini ve çürük oluşumunu artırmaktadır [33]. Organik, inorganik yapı ve sudan oluşan dişin kompozisyonu çevresel faktörlerden etkilenir. İnorganik komponentin en önemli elementleri kalsiyum (Ca), fosfat (PO<sub>4</sub>) ve hidroksil (OH) grubudur. Bu elementler hidroksiapatit kristallerini oluşturur. Ca/P oranı yaklaşık 2,15' tir. Bu oranda herhangi bir değişiklik diğer tip kristallerin varlığını gösterir [35]. Çinko, bakır, magnezyum ve florid (F) gibi minor elementler kristallerin major elementleri ile yer değiştirebilir. Bu yer değiştirme preeruptif dönemde mine ve dentinin tüm tabakalarında veya posteruptif dönemde sadece mine dış yüzeyinde gerçekleşebilir. Örneğin; OH gruplarının F iyonları ile yer değiştirmesi ile floroapatit kristalleri oluşur. Floroapatit kristalleri asit ataklarına karşı hidroksiapatit kristallerinden daha dayanıklıdır ve dental çürüklere karşı dişin direncini artırır [36].

Tükürüğün akış oranı ve kompozisyonu çürük oluşum sürecini etkileyen konağa bağlı önemli bir faktördür. Tükürük dakikada 0,5 ml salgılanma hızıyla hem bakterilerin hem de onların yaşamlarını sürdürmeleri için gerekli besinlerin ortamdaki uzaklaşmalarını sağlar. Tükürüğün pH' sı 6,7-7,4 arasında değişmektedir. Tükürük pH' sını etkileyen iyonlar bikarbonatlar, karbonik asitler, fosfatlar ve tükürük proteinleridir. Ağız ortamında pH 5,5 ve bunun altına indiği zaman demineralizasyon başlar. Tükürük yapısında bulunan karbonik asit, bikarbonat ve fosfatlar tampon vazifesi görerek asidik ortamı nötralize ederler. Ayrıca demineralizasyonla dişten ayrılan iyonları tuz bileşikleri olarak dişe yeniden kazandırır ve dişin remineralizasyonuna yardımcı olur [37].



Tükürük yıkama, tamponlama ve remineralizasyonun yanı sıra ağız içindeki patojen bakterilere de etki eder. Tükürük içerisinde bulunan lizozim, peroksidaz, immunglobülin, laktoferrin, musin, prolinden zengin glikoprotein savunma elemanları olarak görev yaparlar [38]. Özellikle lizozim gibi proteolitik enzimler bakteri hücre duvarını parçalayarak bakterisit etki gösterirler. Tükürük fonksiyonlarının yitilmesi ya da salgılanma miktarının yetersiz olması durumunda çürük insidansını artırmaktadır [33].

Dişler üzerinde bakteri plağının birikmesi çürüğün ilk adımını oluşturur. Çünkü dental plak mikroorganizmaların diş yüzeyine tutunmasına ve oluşturdukları asidin diş yüzeyini etkilemesine olanak sağlar. Bakteri plağı dil, dudak, yanak kas hareketleriyle mekanik olarak temizlenemeyen, diş yüzeylerine sıkıca yapışan ve hava su spreyi ile uzaklaştırılmayan organik birikintilerdir. Çok sayıda mikroorganizma içerir ve içerdiği mikroorganizmanın türüne göre çürük gelişmesine neden olur [37]. Ağız mikroflorasındaki bakterilerin çoğu nötral pH’ da ürerler (pH 7). Fakat asidojenik bakteriler karbonhidratların fermentasyonu sonucu meydana gelen asitle düşen pH’da üremeye devam ederler ve çürüğün oluşmasına neden olurlar. Çürük oluşumundan sorumlu plak bakterileri streptokoklar ve laktobasiller’dir. S. Mutans, S. Sabrinus, S. Salivarius, S. Sangius çürük gelişiminde rol oynayan karyojenik streptokok türleridir.

Karyojenik bakterilerin temel özellikleri:

- Asit üretebilme yetenekleri
- Demineralizasyona yetecek pH seviyesi oluşturabilmeleri
- Düşük pH seviyelerinde yaşamlarını sürdürebilmeleri
- Diş yüzeyine bağlanabilen özel reseptörlere sahip olmaları
- Polisakkaritleri fermente edebilmeleri

S. mutans güçlü asidojenik etkisiyle çürük gelişiminde en etkili mikroorganizma grubudur. Laktobasiller ise derin çürük lezyonu oluşumunda etkilidir [39]. Bakteri diş çürüğünün başlamasında ve devam etmesindeki en önemli faktördür. Bakteri yoksa diş çürüğü de olmayacaktır [40].

Dişler çürüklere dayanıklı bir yapıya sahiptir fakat insanın beslenme şekli değiştikçe çürüğe karşı varolan doğal direnç yetersiz kalmıştır. Asidojenik oral mikroorganizmalar tarafından fermente olabilen karbonhidratların alınma sıklığı,

yiyeceklerin diş üzerinde tutunabilme yetenekleri, yiyeceklerin içerisindeki koruyucu faktörlerin varlığı (Ca, PO<sub>4</sub>, F) ve tüketilen karbonhidratların tipi çürük ile direkt ilişkilidir [31, 33].

Kronik bir hastalık olarak tanımlanan diş çürüğünün gelişimi aylar hatta yıllar alabilmektedir. Normal oral hijyene sahip bir kişi de başlangıç çürüğünün klinik olarak saptanabilmesi ortalama 18±6 aylık bir süre gerektirdiği bildirilmiştir. Fakat oral hijyen işlemlerine dikkat etmeyen, karyojenik besinler tüketen bireylerde bu sürenin daha kısa olması beklenebilir [31].

### 2.2.1 Diş Çürüğünün Gelişimi

Asidojenik plak bakterileri ağız içerisindeki karbonhidratları fermente ederek asetik asit, laktik asit, propiyonik asit ve formik asit gibi organik asit üretirler. Ancak bunların arasında çürük oluşumunda en etkili asit laktik asittir. Bu asitler diş sert dokularının (mine, dentin, sement) içerisine diffüze olurlar. Difüzyon esnasında mine kristallerini çözerler ve Ca, PO<sub>4</sub> gibi mineraller diş yüzeyinden ayrılır. Bu olaya demineralizasyon denir. Asitin dişin yüzeyini belli bir süre etkilemesi gerekir, ortam nötr yada alkali hale geçerse bu durumda ortamdaki çözülmüş iyonlar diş dokusuna çökebilir. Bu olaya da remineralizasyon denir. Demineralizasyon ve remineralizasyon süreci bir uyum içerisinde ve gün içerisinde defalarca gerçekleşir. Eğer patolojik faktörler baskın hale geçerse demineralizasyon, koruyucu faktörler baskın hale geçerse remineralizasyon olur. Bunun dışında demineralizasyon ve remineralizasyon olayları dişte herhangi bir madde kaybı oluşturmada meydana gelebilmektedir [41].

### 2.2.2 Diş Çürüğünün Sınıflandırılması

Diş çürükleri genel olarak diş tipi, oluştuğu doku, bulunduğu anatomik bölge, ilerleme hızı gibi özellikleri göz önünde bulundurularak sınıflandırılabilir [33].

Diş tipine göre;

Süt dişi çürüğü

Daimi diş çürüğü

İlerleme hızına göre;

Akut Çürük

Kronik çürük

Oluştuğu dokuya göre:

Mine çürüğü

Dentin çürüğü

Sement çürüğü

Bulunduğu anatomik bölgeye göre:

Okluzal (pit ve fissür) çürük

Düz yüzey çürüğü

Kök çürüğü

### 2.2.2.1 Mine Çürüğü

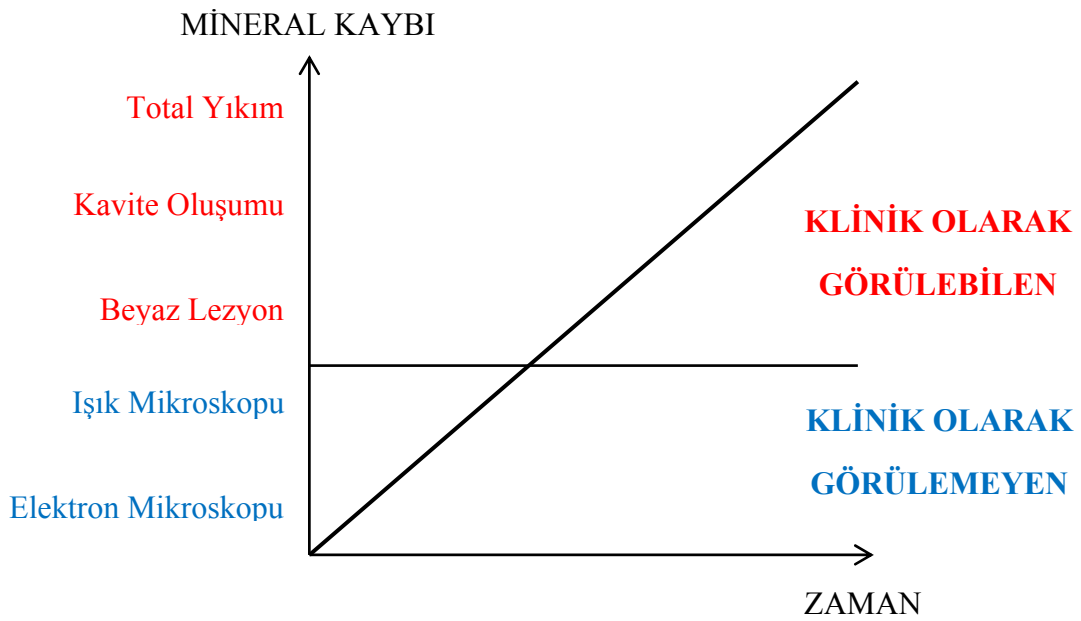
Mine çok sağlam ve sert bir yapıya sahiptir. Yoğun kristal yapısı sayesinde çürük gelişimine en önemli engel dişin mine tabakasıdır. Bu tabakada çürük daha yavaş ilerler. Buna rağmen kristal yapıdaki az miktardaki değişikliklerden bile etkilenmektedir ve dişeti çekilmesiyle birlikte dentin ve sement etkilenmedikçe de çürüğün ilk başlangıç bölgesidir [21].

Diş minesinin bütünlüğünün sağlanması ağız pH' sı ve tükürük içerisindeki Ca, PO<sub>4</sub> ve F gibi iyonların serbest konsantrasyonları ile direk ilişkilidir. Çürük karbonhidratların bakteriyel fermantasyonu ile organik asitlerin oluşması ve bunun sonucunda da oral pH' nın düşmesi ile başlar. Minede yıkımın gerçekleştiği kritik pH değeri 5,5' tir. Ağız pH' sı bu kritik değer altına indiğinde minede mineralize fibriller ve apatit arasındaki bağlar çözülür ve inorganik yapı etkilenmeye başlar [36, 42].

Demineralizasyon ultrastrüktürel seviyede başlangıçta mine yüzeyinde tek bir kristalinin çözünmesi ile başlar. Bu safhada diş minesi incelendiğinde mine pörözitesinde çok az artışın olduğu ve dış yüzeyden 20-100 µm derinlikte mineral kaybı görülür. Devam eden asit atakları ve yüzeyden uzaklaştırılmayan plağa bağlı olarak mineral kaybı artar. Yüzey pörözitesi interkristalin boşluklardaki genişlemeye uygun olarak artar. Meydana gelen bu değişiklikler sadece elektron ve ışık mikroskobu ile görülüp klinik olarak tespit edilemezler [21].

Klinik olarak çürük beyaz nokta lezyonları adı verilen, dişte opasitenin arttığı alanlar şeklinde görülmektedir. Küçük, opak görülen bu bölgenin sertliği sağlam mine dokusundan daha azdır. Hava ile kurutulduğunda beyaz opak renk daha belirgin hale gelir ve tebeşirimsi bir görüntü ortaya çıkar [42]. Klinik olarak fark edilen bu dönem aslında yıkımın gerçekleştiği geç bir dönemdir ve mikroskobik olarak sağlıklı mineye oranla oldukça gözenekli bir yapıya sahiptir (Şekil 2.2). Beyaz nokta lezyonlarının içerisinde organik asitlerin etkisiyle yapısal özelliklerini kaybetmiştir ve mineden uzaklaşmış kristallerin yerleri boş kalmıştır. Başlangıçta asit ataklarına direnç gösterip

yapısı korumaya çalışan bu tabaka atakların devam etmesi durumunda demineralize olup kristaller arası boşluklar taşıyan bir ortam haline gelir. Bu boşluklar bakteri plağı ve mikroorganizmalar için bir retansiyon oluşturur. Bakteri plağı yüzeyden uzaklaştırılmadıkça demineralizasyon hızla ilerlemeye devam eder ve kavite ortaya çıkar. Bakteri plağı çürük başlangıcının bu döneminde diştan uzaklaştırılırsa kristaller arası boşluklara kalsiyum tuzları dolarak minenin remineralizasyonuna yardımcı olur. Yani bu dönemde çürük lezyonunun ilerleyişi yavaşlatılabilir, durdurulabilir veya geri dönüşümü sağlanabilir [43].



Şekil 2.2 Mineral kaybının zamana bağlı şekli

Mine çürüğü ile ilgili yapılan histolojik incelemelerde mineral kaybının mine prizmalarının periferinde olduğu bildirilmiştir [44]. Devam eden demineralizasyon prizma gözdesi boyunca ilerlemektedir [45].

Mine çürüğünün mikroskopik incelenmesinde birbirinden farklı görünümde alanlar tespit edilmiştir. Her biri diğerinden açıkça ayrılan alanlar 4 ana zon etrafında tarif edilmiştir. Bu zonlar diştan içe doğru aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

- A) Yüzey zonu:** Küçük oranlarda genişlemiş porlar mevcut olup por hacmi % 1 civarındadır. Tükürükteki yüksek Ca, PO<sub>4</sub> ve F gibi iyonların tamponlanması

ile bu tabaka fazla bozulmamıştır. Sağlam dokuya yakın sertliktedir ve kavite oluncaya kadar varlığını devam ettirebilir [45, 46]

- B) Lezyon gövdesi:** Bu bölge lezyonun en büyük kısmıdır. Mineral kaybının en çok görüldüğü zon olup yaklaşık olarak %25-50 oranında mineral kaybı görülür. Porların hacmi %5-25 arasında değişmektedir. Oluşan porlar kırılma indisi mineden farklı olan su ile dolmuştur. Bu nedenle daha koyu renkte görülür [45].
- C) Koyu zon:** Görülme olasılığı daimi dişlerdeki mine lezyonlarında %85-90, süt dişlerinde ise %85 oranındadır. Bu zonda birbirinden farklı boyutlarda porların bulunması ve koyu zon bulunmayan çürüklerde remineralizasyon sonrası bu zonun görülmesi, oluşumunda remineralizasyonun etkisini düşündürmektedir. Bu zonun genişliğinin çürük atağının hızı, şiddeti ve minenin yapısal özelliklerine bağlı olduğu ileri sürülmüştür [44].
- D) Translüsent zon:** Lezyonun dentin dokusuna ilerleyen kısmında yer alır. Mine çürüğünün en derin tabakasıdır. Yaklaşık % 1-2 oranında mineral kaybı görülür. Bu zonun görülme olasılığı daimi diş çürüklerinde %50, süt diş çürüklerinde ise % 25 oranındadır. Göreceli olarak küçük oranlarda genişlemiş porlar vardır. İlk olarak protein kaybı daha sonra mineral kaybı gerçekleştiği bildirilse de organik materyal yıkımı tam olarak gösterilememiştir. Demineralizasyon en çok kristaller arası bölgede saptanmıştır [44].

#### 2.2.2.2 Dentin Çürüğü

Minede var olan çürük lezyonu zaman içerisinde dentine doğru ilerleme gösterir. Dentin ve mine hem embriyolojik hem de yapısal özellikleri bakımından farklılık gösteren dokulardır. Mezenşimal dokudan köken alan dentin odontoblast uzantıları içerdiği için canlı bir doku olarak kabul edilmekte ve dışarıdan herhangi bir uyarana karşı defansif yanıtlar geliştirmektedir. Her iki sert dokuda çürüğe bağlı oluşan değişiklikler farklıdır [36].

Demineralizasyona bağlı olarak minede porözite ve geçirgenlik artar. Mineyi aşan mikroorganizmalar tübüler bir yapıya sahip olan dentinde daha kolay ilerler. Çürük lezyonun mine-dentin sınırına ulaşması ile birlikte ortaya çıkan kahverengimsi renk değişimi demineralizasyonun ilk işaretidir. Çürük bu sınıra ulaştığında birden

genişleyerek lateral yayılım gösterir. Bu durum sağlam minenin altında bir yıkıma sebep olur. Çürük tabanı mine-dentin sınırında tepesi pulpaya doğru olan bir koni oluşturur. Dentindeki dejeneratif ve yıkıcı değişiklikler, dentinin demineralizasyonunu, odontoblastların harabiyetini ve organik matriksin yıkımını içerir [21].

Dentin canlı bir doku olması sebebiyle çürüğe karşı bir savunma mekanizması geliştirir. Geliştirdiği savunma mekanizması dentin tübüllerine minerallerin çökmesidir. Sklerotik dentin ya da tübüler skleroz olarak adlandırılan bu durum aktif odontoblastlar tarafından meydana getirilir [47, 48].

Dentin lezyonları yapılan mikroskopik incelemeler sonucunda farklı zonlara ayrılmıştır. Bunlar; harabiyet, bakteriyel invazyon, demineralizasyon, saydam dentin bölgesidir. Lezyonun ilerleme ve duraklama seyrine bağlı olarak zonlar farklı genişliklerde olabilir [49].

**A) Harabiyet Bölgesi:** Yüzey altı demineralizasyonu ile başlayan mine çürüğünün bu aşamasında mineral kaybı minenin bütünlüğü tamamen bozacak düzeyde değildir. Çiğneme esnasında oluşan kuvvetler, mikrotravma, sondlama gibi iatrojenik etkenler sertliği azalmış bu mine tabakasının kırılmasına yol açabilir. Oluşan kavite alanının tabanı mine tabakasıyla örtülüdür ve alttaki dentin dokusunun güçlü bir bakteriyel atağa maruz kalması olası değildir. Bu yüzden bu aşamada lezyonun tamamıyla durdurabilmesi mümkündür [50]. Oluşan bu kavite alanındaki plak uzaklaştırılmazsa, çürük lezyonu dentine doğru ilerlemeye devam eder. Böylece dentin bakteriyel invazyona müsait hale gelir. Bakteriler tarafından üretilen asitler ve proteolitik enzimler dentinin dış dokusunda çözülmelere sebep olur. Bu zon harabiyet bölgesi olarak adlandırılır [36].

**B) Bakteriyel İnvazyon Bölgesi:** Harabiyet bölgesinin hemen altında bakteriyel invazyon bölgesi görülür. Bu alanda dentin tübülleri mikroorganizmalarla doludur. Çürük lezyonunun çok hızlı ilerlediği olgularda dentin dokusunda ölü alanlar ortaya çıkar. Dentin tübülü içindeki odontoblast uzantılarının kaybı sonrası tübüler skleroz görülmez. Bunun sonucunda boş kalan dentin tübülleri bakteriyel invazyona elverişli hale gelir [50].

**C) Demineralizasyon Bölgesi:** Bakteriyel invazyon bölgesinin hemen altında ince bir tabaka halinde bulunur. Bakteriler tarafından oluşturulan asitler bu zonun

oluşumundaki temel etkidir. Demineralizasyon bölgesinde intertübüler matriks etkilenmiştir ve dentin kanalları tıkanmıştır. Ca/P oranında sağlam dentine oranla anlamlı değişiklikler görülmüştür [51].

**D) Saydam Dentin Bölgesi:** Demineralizasyon bölgesi ile birlikte saydam dentin bölgesi derin çürüklerin karakterize tabakalarıdır. Dentin tübüleri içerisindeki odontoblast uzantısının çekilerek yerine peritübüler dentin özelliğinde sert bir yapının geçmesi ile oluşur. İyonların bile geçişine izin vermeyen bu tabaka yavaş ilerleyen çürüklerde canlı pulpaya sahip dişler tarafından oluşturulur. Hızlı ilerleyen dentin çürüklerinde bu savunma tabakası oluşmaz ve lezyon hızla pulpaya ulaşır. Ayrıca bu tabaka sadece dışarıdan gelen irritasyonlar sonucu oluşmaz. Yaşla beraber kök dentininde de apekse yakın yerlerde saydam dentin oluşumunun gözlenebildiği bildirilmiştir. Saydam dentin dokusu demineralize dentinle sağlam dentin tabakalarını birbirinden ayıran bir tabakadır. [36, 50].

### 2.2.2.3 Okluzal Diş Çürüğü

Okluzal yüzeyler daimi dişlerin toplam yüzeyinin yaklaşık %12,5' ini oluşturmasına rağmen çocuklarda çürüklerin yaklaşık %50' si okluzal yüzeylerde oluşmaktadır [52]. Okluzal yüzeylerde çürük görülme sıklığının yüksek olması farklı sebeplere bağlanmıştır. Okluzal yüzeyler diş çürüğü için elverişli alanlardır. Bu durum okluzal yüz anatomisi ile de açıklanmıştır. Daimi dişlerin okluzal yüzeyleri stereomikroskop ile incelendiğinde her diş grubunun kendine özgü okluzal yüz anatomisine sahip olduğu ve her grup için çürük lezyonun sıklıkla geliştiği anatomik noktaların var olduğu bildirilmiştir [53].

Okluzal çürükler mekanik temizlenmenin güç olduğu buna bağlı olarak plak birikiminin fazla olduğu alanlarda gelişmektedir. Özellikle karşıt dişle temasın yetersiz olduğu durumlarda plak birikiminin belirgin bir şekilde artması okluzal çürük görülme sıklığını da artırmaktadır [53]. Bu bilgiler ışığında plak birikimi ve buna bağlı olarak çürük başlangıcı 2 faktör ile ilişkilendirilmiştir. Bunlardan ilki, dişin kendine özgü anatomik yapısıdır. Fissürlerin morfolojisi fissür tabanının iyi bir şekilde temizlenebilmesini engellemektedir. Derin ve dar fissürlerde besin artığı ve bakterilerin fazla birikmesi, fırçalama etkinliğinin az olması, fissür tabanının mine dentin sınırına

daha yakın olması, tükürüğün temizleyici etkisinden yeterince yararlanamaması okluzal yüzeylerin çürüğe yatkınlığını artırır [54].

Okluzal çürük oluşumunu etkileyen diğer faktör de dişlerin sürmesinden foksiyonel olarak kullanılmasına kadar geçen süredir. Büyük azı dişleri 12-18 ay arasında değişen uzun sürme periyoduna sahiptir. Okluzal çürüklerin bu dişlerde daha fazla görülmesinin bir nedeni de uzun sürme periyoduna bağlı olarak mekanik olarak temizlenemeyen yüzeylerde fazla plak birikimidir. Küçük azı dişlerinde ise sürme periyodu daha hızlıdır ve bu nedenle okluzal çürük görülme sıklığı daha azdır. Ayrıca diş sürmesini takip eden ilk yıllarda minenin çürüğe direnci daha azdır. Çünkü demineralizasyon ve remineralizasyon döngüleri ile minenin maturasyonu devam etmektedir. Mine olgunlaştıkça çürüğe karşı direnci artmaktadır fakat olgunlaşma gerçekleşene kadar çürümeye karşı savunmasızdır [36, 54].

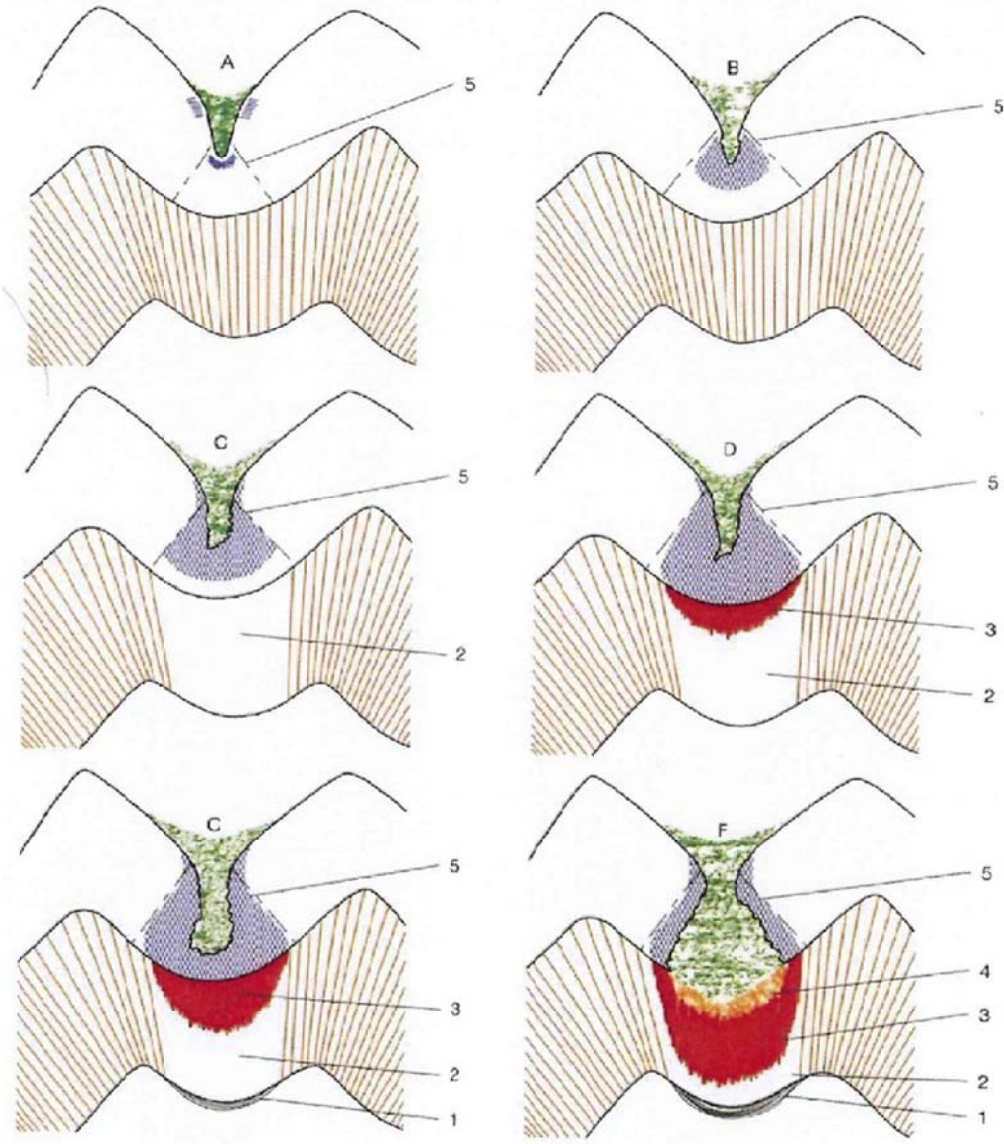
Okluzal çürükler fissürlerin girişinden, en derin gelişim oluklarından ya da her iki noktayı içine alacak şekilde başlar [55]. 3 boyutlu bir gelişim gösterirler ve birden fazla yüzey aynı anda çürükten etkilenir. Mine dokusunda görülen demineralizasyon mine prizmalarının doğrultusunu takip edecek şekilde ilerler. Bu yüzden okluzal çürükler başlangıçta tabanı mine-dentin sınırında olan bir koni şeklinde gelişim gösterir. Minedeki yıkımın devam etmesi ile oluşan kavitenin dış sınırları yine mine prizmalarını takip edecek şekildedir. Bu yüzden başlangıç çürüklerinde kavitenin girişi tabanına oranla daha dardır (Şekil 2.3). Ayrıca görülen bu kavitasyon yapısı bakterilerin rahatça gelişebileceği ve buna bağlı olarak sert doku yıkımının hızlandığı kapalı bir alan oluşturur. Lezyonun üzerini örten mine dokusunun çeşitli fizyolojik ya da iatrojenik etkenler sonucu yıkılması ve kavitasyon oluşumu ancak demineralizasyonun ileri olgularında görülür [50].

#### **2.2.2.3.1 Okluzal Diş Çürüğünün Teşhisi**

Okluzal diş çürük teşhisinin kesin ve doğru olarak yapılması başarılı bir tedavi uygulamasının ilk adımıdır. Ancak teşhisi fissür ve fossaların anatomik yapısı ve bu yapıda görülen varyasyonlar nedeniyle zordur [36]. Ayrıca kullanılan floridler sayesinde güçlenen mine tabakasının altında oluşan çürük lezyonu dentinde ilerlemeye devam edebilmektedir ve klinik olarak sağlam görünen bir diş aslında dentin çürüğüne sahip olabilmektedir. Bu durum ‘gizli çürük’, ‘saklı çürük’ olarak adlandırılmıştır [56]



Klinik olarak sağlam görünen dişlerin %15- %33' ünün histolojik değerlendirme ile gizli rğe sahip olduğu belirtilmiştir. Okluzal rk teşhisine gizli rk olgusu da eklenince klinik olarak teşhisi iyice zorlaşmaktadır [57].



şekil 2.3 Okluzal rk lezyonların aşamaları

1. Reaktif dentin
2. Sklerotik dentin
3. Demineralizasyon bölgesi
4. Bakteriyel invazyon bölgesi
5. Periferel yayılma bölgesi

Gelişen teknolojiyle restoratif materyallerde sağlanan yenilikler tedavi felsefesinde değişmesine neden olmuştur. Korumak için genişletmek ilkesi yerini minimal invaziv tedaviye bırakmıştır. Ancak bu tedavinin yapılabilmesi çürüğün erken dönem teşhisi ile mümkündür. Yani demineralizasyon ve remineralizasyon dönemlerini içeren ve dinamik bir seyir izleyen okluzal çürüğün erken teşhisi özel bir önem arz etmektedir [58, 59].

Erken dönem lezyonların teşhisi ilerlemiş lezyona göre daha zordur çünkü erken dönem çürükleri gözden kaçabilmektedir. Gözden kaçan bu lezyonlar zamanla ilerleyerek kavitasyon oluşturup koruyucu uygulamalarla tedavi edilebilecek bir dişin restore edilmesine neden olabilir. Benzer şekilde çürüksüz veya kronik çürüklü dişlerin yanlış teşhis edilmesi de gereksiz yere prepare edilmelerine neden olabilir [60]. Yalnızca doğru ve güvenilir bir teşhis doğru tedavi uygulama şansı verir. Bu hususta teknolojinin sunduğu olanakların mümkün olduğunca kullanılmasının teşhisi olumlu yönde etkileyeceği ve uygun tedavi seçeneklerinin hastalara sunulmasını sağlayacağı belirtilmiştir [61].

Kavitasyon oluşmamış okluzal çürüklerin teşhis edilmesinin gerekliliği aşağıda belirtilen maddelerden dolayı önemlidir.

- 1) Kavitasyon oluşmamış çürük lezyonları kavite oluşmuş çürük lezyonlarına nazaran daha sık görülmektedir.
- 2) Kavitasyon oluşmamış pit ve fissür çürükleri sağlam diş yüzeyleri ile karşılaştırıldığında 3 kat daha fazla restore edilebilirler. Çürüğün varlığının ve derecesinin erken dönem tespiti uygulanacak olan tedavinin niteliğini belirler.
- 3) Çocuklarda çürük kavitasyonunun görülmesinin yaşamın erken dönemlerinde genellikle 2,5 ile 3,5 yaşları arasında olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle kavitasyon oluşmamış okluzal çürüklerin erken teşhisi hastanın yüksek çürük aktivitesinin erken belirlenip bu duruma uygun tedavi tedbirlerinin alınmasını sağlayacaktır.
- 4) Kavitasyon oluşmamış çürük lezyonlarının epidemiyolojik çalışmalarla takibi çürük önleyici ajanların mekanizmasının anlaşılmasında faydalı olacaktır.
- 5) Diş hekimliği eğitiminde ve dental tedavilerde çürüğün restore edilmesinin yerine ağız sağlığının devamını ve dental dokuların korunmasını özendiren tedavi yaklaşımlarının tercih edilmesi yerinde olacaktır. Bu nedenle çürüğün ya

da çürük lezyonuna ait değişikliklerin erken dönemde teşhis edilmesi büyük önem taşımaktadır [62].

#### **2.2.2.3.2 Süt Dişlerindeki Okluzal Çürüklerin Teşhisinin Önemi**

Çürüğü başlatan faktörler süt ve daimi dişlerde aynı olmasına rağmen, süt dişlerinde çürüğün ilerlemesini etkileyen bazı faktörler vardır. Süt dişlerinde mine ve dentin dokularının kalınlığı daimi dişlerin yarısı kadardır. Bu dokulardaki mineral yoğunluğu daimi dişlere kıyasla daha az olup daha fazla organik madde içerir. Süt dişlerinde fizyolojik rezorpsiyonla beraber osteoklastik aktivite artar ve dişin sert dokularında meydana gelen dekalsifikasyon süt dişinin çürüğe karşı direncini azaltır. Ayrıca çocukluk döneminde genel olarak karbonhidrattan zengin bir besleme şekli vardır ve yine bu dönemde oral hijyen işlemlerine çok fazla dikkat edilmez. Tüm bu durumların bir araya gelmesi süt dişlerinde çürük lezyonunun derin dokulara ilerleme süresinin hızlanmasına neden olmaktadır. Bu yüzden süt dişlerinde erken dönemde çürük tespiti daha fazla önem arz etmektedir [59].

Çürük lezyonunun erken dönemde teşhis edilmesinden en fazla yarar sağlayacak kişiler çocuklardır. Özellikle küçük yaştaki çocuklarda çürük lezyonların tedavisini engelleyen en önemli bariyer dental korkudur. Erken dönemde teşhis edilen mine yüzeyindeki bir çürüğün tedavisi koruyucu tedavilerle ya da basit adeziv restorasyonlarla yapılabilecekken ilerleyen çürük lezyonlarda lokal anestezi uygulaması ya da uzun süreli restoratif tedaviler gerekir. Bu durum çocukta dental tedaviye karşı korku oluşturur ve tedavi esnasında çocuğun kooperasyonunu zorlar ya da çocukla hiç kooperasyon kurulamamasına neden olur. Bu durumlar süt dişlerinde erken dönem çürük teşhisinin önemini daha da artırmaktadır [59, 63].

### **2.3 Çürük Teşhis Yöntemleri**

Çürük teşhis yöntemlerinde bulunması gereken bir takım özellikler vardır. İdeal bir çürük teşhis yöntemi;

- Basit olmalı
- Non invaziv olmalı
- Güvenilir olmalı

- Geçerli olmalı
- Hastalıklı dokuyu doğru teşhis edebilmeli (sensitivite)
- Sağlıklı dokuyu doğru teşhis edebilmeli (spesifite)
- Çürük lezyonun boyutunun ve aktivitesinin ölçümünde güçlü olmalı
- Hasta ve hekim tarafından kolay kabul edilebilmeli
- Pratikte kolay uygulanabilmeli ve uygun koruyucu tedavi yöntemini önerebilmelidir [64].

Günümüz diş hekimliği pratiğinde ve bilimsel araştırmalarda kullanılan çürük teşhis yöntemleri 2 başlık altında toplanabilir.

- Geleneksel çürük teşhis yöntemleri
- Modern (Yeni geliştirilen) çürük teşhis yöntemleri

### **2.3.1 Geleneksel Çürük Teşhis Yöntemleri**

Geleneksel çürük teşhis yöntemleri kendi aralarında 3 grupta toplanabilir

- Görsel muayene
- Görsel ve sondla muayene
- Konvansiyonel radyografiler

Çürük teşhisi primer olarak görsel muayene ve sondla dokunma hissinin subjektif değerlendirilmesi ile teşhis edilip diş hekimliğinin başlangıcından bu yana kullanılmaktadır. Daha sonra X ışınlarının keşfedilmesiyle birlikte bu yöntemler radyograflarla desteklenmiştir [8].

#### **2.3.1.1 Görsel Muayene**

Çürük teşhisi için en yaygın kullanılan yöntem olan görsel muayene, diş yüzeyinde ışık ve ayna yardımıyla yapılan bir incelemedir. Muayeneyi iyi bir şekilde yapabilmek için incelenecek diş yüzeyinin iyice temizlenmiş, tamamen kurutulmuş ve iyi aydınlatılmış olması gerekmektedir [8].

Bu yöntemle kavite oluşmuş mine çürükleri, bukkal ve lingual yüzeydeki çürükler, ön grup dişlerin ara yüzeylerindeki dentin çürükleri, sekonder çürükler ve kök çürükleri saptanabilirken posterior dişlerin aproksimal yüz çürükleri ve okluzal çürükler gözden kaçabilmektedir [36]. Özellikle okluzal çürük lezyonları, dentinin derinliklerinde oluştuğu ve çoğu zaman fissür anatomisi nedeniyle yüzeyi sağlam mine dokusu ile örtülü olduğu için, tanısında görsel yöntem oldukça yetersiz kalabilmektedir. Araştırmalar görsel yöntemin sensitivitesinin düşük spesifitesinin yüksek olduğunu ortaya koymuştur [65].

Görsel yöntem klinisyeni çürük açısından hastalık vardır veya yoktur şeklinde iki değişken olarak ölçmeye zorlar. Bu ölçümde tanı kriterleri olarak renk, dokunun bütünlüğü, translüsensi/opasite gibi subjektif veriler kullanılır. Bu değerlendirme çürüğün ciddiyeti hakkında bilgi sağlar fakat nicel olarak belirlenmesinde yetersiz kalır. Ayrıca çürüğün sınırını belirleme ve mine ile sınırlı erken lezyonları teşhis etmede yetersizdir. Pek çok lezyon geniş kaviteler oluşuncaya dek saptanamamakta ve bunun sonucu olarak koruyucu önlemlerin uygulanmasında geç kalınmaktadır [66].

### **2.3.1.2 Görsel ve Sondla muayene**

Diş hekimleri genellikle görsel muayenenin yanı sıra sond kullanımını da çürük teşhisi için benimsemiştir. Fakat son yıllarda çürük teşhisi için sond kullanımı tartışma konusu haline gelmiştir.

Sond kullanılarak yapılan çürük teşhisin klinikte kullanılabilecek bir yöntem olduğunu ve birçok avantajı da beraberinde getirdiğini savunan araştırmacılar vardır. Diş hekimlerinin sond ile çürük tanısı konusunda iyi eğitilmiş ve belli bir klinik tecrübeye sahip oldukları belirtilmiştir. Ayrıca sond edinilmesinin ve bakımının kolay olması, hastalar tarafından kolay kabul edilebilir olması ve kısa sürede tanı konulabilmesi gibi özelliklerinden dolayı kullanımı diş hekimleri tarafından tercih edilir. Fakat uygulama esnasında dikkatli olunması ve restoratif diş hekimliği prensiplerine uyulması gerektiği bildirilmiştir. Tanı konulmasını sağlayan bulgu şüpheli alana uygulanan sondun fissür alanına takılması veya kavitasyon hissini almasıdır. Fakat okluzal yüzeylerde morfolojileri sebebiyle sağlam alanlarda da takılma hissi alınabilir böyle şüpheli durumlarda renk, opasite, sertlik gibi diğer klinik kriterlerde mutlaka değerlendirilmelidir [67].

Bazı araştırmacılar da sond kullanımını bazı nedenlerden dolayı sakıncalı bulmuşlardır. Bunlar;

- Enfekte bölgeden başka bir bölgeye karyojenik mikroorganizmaların taşınmasına neden olabilir.
- Remineralize olabilecek kavite oluşmamış minede geri dönüşü olmayan travmatik defektler meydana getirebilir ve mikroorganizmaları derinliklere itebilir. Özellikle remineralizasyon potansiyeli yüksek olan ve tamamen iyileşme gösterebilen beyaz nokta lezyonlarının sondlama sırasında oluşan baskı sonucunda asit ataklarına daha açık hale geldiği ve lezyonun daha hızlı ilerlediği bildirilmiştir [68].
- Tek başına kullanıldığında görsel muayeneden daha iyi sonuçlar elde etmez [62].

Sond çürüğün yüzey özelliklerini kontrol etmek, plak ve birikintileri uzaklaştırmak için kullanılabilir fakat kullanımı sırasında uygulanması gereken hafif basıncın ağrı ve harabiyet oluşturmaması gerekmektedir.

Çürük teşhisi için sond kullanımı olmaksızın yapılacak titiz bir görsel muayene daha çok tavsiye edilmektedir [69].

#

#### **2.3.1.2.1 International Caries Detection and Assessment System (ICDAS)**

Karmaşık bir yapıya sahip olan çürüğün teşhisi zordur. Son yıllarda çürüğünün hangi gelişim safhasında bulunduğunu belirlemek için çok sayıda değerlendirme kriteri sunulmuştur. Çürük teşhis sistemleri çürük gelişiminin tek basamağına yani çürüğün madde kaybı ile sonuçlanan basamağı odaklanmışlardır ve çürüğün ilerleyişinin farklı aşamaları konusunda bilgi vermemişlerdir. Fakat etkili bir çürük teşhis sistemi çürüğün bulunduğu aşamayı belirleyebilmeli, lezyonun aktifliğini belirleyebilmeli ve objektif olmalıdır. Ne yazık ki var olan çürük teşhis sistemleri çürüğün aşamalarını ölçmede başarılı olamamışlar [70].

2002 yılında İskoçya'da yapılan International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT) toplantısında ilk defa ICDAS' ı geliştirme fikri gündeme gelmiştir. İçlerinde temel, klinik ve davranış bilimlerinden araştırmacıların olduğu katılımcılar diş çürüğünün kaviteyasyon göstermeyen aşamalarda teşhisinin önem ve

gerekliliğine karar vermiş ve sadece kavite gösteren diş çürükleri üzerinde yapılan klinik çalışmaların gelecek için yetersiz olduğu konusunda fikir birliğine varmışlardır. [71].

Toplantıdan yaklaşık 3 ay sonra, komite teşhis, prognoz ve diş çürüğünün klinik olarak yönetimi için daha kaliteli bilgilerin elde edilmesi amacıyla bugüne kadar ortaya konulan en iyi çürük teşhis kriterleri alınarak altın standart bir sistem oluşturmak ve geliştirmek için tekrar bir araya gelmişlerdir [71]. Bu toplantı da ICDAS ortaya konulmuş çürük teşhisi için çok sayıda yeni kriteri birleştirilmiştir. Diş çürüğünün gözle görünür başlangıç evresinden kavite evresine kadar 6 basamakta teşhis etmek üzere dizayn edilmiştir. ICDAS çürükleri 3 kısımda incelemiştir [71]. Bunlar;

- Koronal çürükler (pit ve fissür, bukkal-lingual, mezial-distal)
- Kök çürükleri
- Restorasyon veya örtücülerle ilişkili çürükler (CARS)

### **ICDAS Ne Anlama Gelir?**

ICDAS' taki 'D' çürüğünün teşhisini anlatır. Yani;

- Çürüğün ilerleme aşaması
- Çürüğün topografisi (pit, fissür veya düz yüzey)
- Çürüğün anatomisi (koronal çürük mü? Kök çürüğü mü?)
- Restorasyon veya örtücü durumu

ICDAS' taki 'A' çürüğün bulunduğu basamağın değerlendirilmesi (kavite var mı? yok mu?) ve çürüğün aktivitesini (aktif veya durmuş) anlatır [71].

ICDAS' ın en önemli avantajlarından biri sistemin esnek olmasıdır, bu sayede klinisyen ve araştırmacılar çürüğün herhangi bir basamağını seçip kendi araştırma ve çalışmaları için uygun hale getirebilir [71].

## **ICDAS II**

ICDAS komitesi 2005 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde bir kez daha toplanmışlardır. Komite üyeleri bu 3 yıl içerisinde ICDAS ile ilgili yapılan klinik araştırmaların sonuçlarını ortaya koyup ICDAS ile ilgili kararları ve klinik kriterleri tartışmışlardır. Seminerin amacı karyoloji, klinik araştırmalar, restoratif diş hekimliği, çocuk diş hekimliği, halk sağlığı uzmanlarının çürüğünün klinik teşhis kriterleri konusunda fikir birliği geliştirmelerini sağlamaktır [72].

Ayrıca katılımcılar, kavitasyon göstermeyen çürüklerdeki demineralizasyon konseptini en iyi şekilde açıklamışlardır.

Seminerin son çalışması 2002 yılında geliştirilen ICDAS kriterlerinin yeniden düzenlenmesiydi ve bu çalışma doğrultusunda çürük teşhis ve değerlendirme için yeniden düzenlenen sistem ICDAS II adını almıştır. ICDAS II çürük teşhisi için yeni değerlendirme kriterleri sunmaktadır ve dolayısıyla hem pratik uygulamada daha kesin kararlar verilmesini hem de çeşitli araştırmalar yapılmasını sağlamaktadır [72].

### **Koronal Çürüklerin Değerlendirme Kriterleri**

ICDAS II kodları koronal çürükler için lezyonun şiddetine bağlı olarak 0' dan 6' ya kadar sıralanır. Çürüğün bulunduğu anatomik bölgenin yüzey özellikleri, komşu diş varlığı, restorasyon veya örtücü ile ilişkili çürük ile alakalı küçük varyasyonlar mevcuttur. Böylece ICDAS kullanan araştırmacı için her bir kod pit ve fissürler, düz yüzey, serbest düz yüzey ve restorasyon veya örtücü ile ilişkili çürükler için detaylı bir şekilde tarif edilmiştir. Yine de temel kodlar Çizelge 2.1' de gösterildiği gibidir [72].

### **Pit ve Fissürler için Koronal Çürük Kodları**

#### **Kod 0: Sağlam diş yüzeyi**

Çürüğe dair herhangi bir işaret yoktur (uzun süre havayla kurutmanın ardından (önerilen kurutma süresi 5 sn) minenin translüensliğinde hiçbir değişiklik yoktur).



### **Kod 1: Minede gözle görülen ilk değişiklik**

Diş ıslak halde bakıldığında hiçbir çürük aktivitesine işaret eden bir değişiklik olmazken, yaklaşık 5 sn kurutmanın ardından sağlam minenin klinik görüntüsünden farklı çürük opasitesi veya renk değişikliği görülür.

### **Kod 2: Minede gözle görülebilen belirgin değişiklik**

Diş ıslakken gözlemlenmelidir. Dişte hem ıslakken hemde kuru iken çürük opasitesi (beyaz nokta lezyonu) veya doğal fissür ve fossalardan daha geniş kahverengi çürük renklenmesi mevcuttur.

### **Kod 3: Lokalize mine kaybı**

Islakken gözlemlenen diş belirgin çürük opasitesi (beyaz nokta lezyonu) doğal fissür ve fossadan daha geniş kahverengi renklenmeye sahip olabilir. 5 sn kurulamanın ardından pit ve fissüre giriş sağlayabilecek genişlikte çürüğe bağlı madde kaybı bulunur. Bu demineralizasyonun işareti görsel olarak görülebilir ve normalden daha geniştir. Oluşan kavitenin duvarları ve tabanı mine ile kaplı olup dentin kesinlikle görülmez.

Şüpheye düşülmesi halinde veya görsel değerlendirmeyi doğrulamak için WHO/CPI/PSR sondu diş yüzeyinde nazikçe gezdirilerek kullanılabilir. Sondun top ucu bozulan mine yüzeyine düştüğünde kavitasyonun varlığı tespit edilmiş olur.

### **Kod 4: Dentinden Yansıyan Karanlık Gölge**

Bu lezyonda lokalize mine kaybı gösterebilir veya göstermez (dentin görünmeksizin yüzey bütünlüğünün kaybı) bozulmamış mine yüzeyinden yansıyan renklenmiş dentinin bir gölgesi görünür. Gölge görüntüsü diş ıslak olduğunda sıklıkla kolayca görülür. Koyu alandaki gölge gri, mavi veya kahverengi renkte görülebilir. Çürüğün olduğu diş yüzeyine dik olarak bakıldığında gölge rahatlıkla görülmelidir.

Kod 3 ve kod 4 histolojik olarak ters şekilde biri diğerinden daha derin olarak birbirlerinden farklı olabilir. Bu durum kalan mine dokusunun miktarına ve özelliklerine bağlıdır. Örneğin süt dişlerindeki daha translüsent ve ince mine dokusu lokalize mine kaybından önce dentinin altındaki renklenmemin görülmesine izin verebilir. Ama yine de çoğu vakada kod 4' teki çürük kod 3' ten daha derindir.

### **Kod 5: Gözle Görülür Dentinle Birlikte Belirgin Kavitasyon**

Diş yüzeyinin yarısından daha azını içeren opak veya renklenmiş minenin altındaki dentini kapsayan kavitasyon vardır. Diş ıslakken baktığımızda mine, altındaki görünür dentini saklayabilir. Fakat 5 sn kuruttuktan sonra kavitasyonunun girişinde veya pit ve fissürlerindeki madde kaybı açıkça görülür. Demineralizasyonun görsel kanıtı opak (beyaz), kahverengi, koyu kahverengi duvarları ve açığa çıkmış dentindir.

WHO/CPI/PSR sondu kavitenin dentindeki varlığını teyit etmek için kullanılabilir. Top uçlu sond şüphe duyulan pit ve fissürlerde gezdirilir. Eğer top kaviteye düşerse dentin kavitesi teşhis edilmiş olur (Pit ve fissürlerde mine kalınlığı 0,5 ile 1 mm arasındadır. Derin dentinin pulpa sebebiyle sondlanmamasına dikkat edilmelidir).

### **Kod: 6 Gözle Görülür Dentinle Birlikte Geniş Kavitasyon**

Opak veya renklenmiş mine ile birlikte dentinin gözle görüldüğü diş yüzeyinin en az yarısını içeren büyük bir kavitasyon vardır. Diş yüzeyinin yarısını içeren kavitenin tabanında, duvarlarında ve dentinde madde kaybı oldukça açıktır [72].

Çizelge 2.1 ICDAS çürük kodları ve tanımları

<b>KODLAR</b>	<b>TANIMI</b>
0	Sağlam yüzey
1	Minede gözle görülen ilk değişiklik (sadece uzun süre hava ile kurutulduktan sonra görülebilen veya sadece pit ve fissürle sınırlı)
2	Minede gözle görülebilen belirgin değişiklik
3	Lokalize mine kaybı (dentine ilerlemenin klinik işareti olmaksızın)
4	Dentinden yansıyan karanlık gölge
5	Gözle görülür dentinle birlikte belirgin kavitasyon
6	Gözle görülür dentinle birlikte geniş kavitasyon

## ICDAS İkili Kod Sistemi

ICDAS tüm yüzeyler için teşhis yapabilen bir sistemdir. Bu teşhisi ikili kod sistemi sayesinde yapabilir. Kodları belirlemeden önce diş yüzeyini belirlemek önemlidir çünkü ICDAS her bir diş mezial, distal, bukkal, lingual, okluzal yüzeye ayırarak değerlendirir [71]. İlk kod dişin sağlam, örtücülü, restorasyonlu veya kronlu olup olmadığı gösterir. Örneğin; amalgamla restore edilmiş bir dişin geniş bir kavitesi varsa ilk kodu 4 (amalgam restorasyon için) ikinci kodu 6 (belirgin kavite için) dir. Restorasyon olmayan bir dişteki belirgin kavite kod 6 olarak değerlendirilir. ICDAS' ın ilk değerlendirme kodları aşağıdaki gibidir [72].

0 = Sağlam yüzey (restorasyon veya sealent yok ).

1= Bir kısmında örtücü var.

2= Tamamında örtücü var.

3= Diş renginde restorasyon var.

4= Amalgam restorasyon var.

5= Paslanmaz çelik kron var.

6= Porselen veya altın kron, veneer, inlay, onlay veya diğer restoratif materyaller var.

7= Kırık veya kayıp restorasyon var.

8= Geçici restorasyon var.

9= Aşağıdaki durumlarda kullanılır;

90= çürükle alakalı olmayan durumlar için implant yerleştirilmiş

91= çürükten kaynaklı olarak implant yerleştirilmiş

92= çürükten başka sebepler için pontik yerleştirilmiş

93= çürükten kaynaklı pontik yerleştirilmiş

96= yüzeye ulaşım sebebiyle diş incelenemiyö

97= çürükten kaynaklı olarak dişin çekimi

98= başka sebeplerden dolayı dişin çekimi

99= sürmemiş diş

## **ICDAS' ın Geçerliliği**

Değerlendirme metotlarının 2 çeşit geçerliliği vardır. Bunlardan ilki dental çürüğün ilerleme sürecini kantitatif olarak değerlendirme diğeri ise dental çürüğün seçilen bir aşaması için çürüğün karakteristik özelliği veya belirtisi kullanılarak yapılan tarife dayanan kapsam değerlendirme sistemidir. Tüm ölçüm kriterleri benzer karakteristik özellikleri kullanmalarına rağmen aralarında bazı belirgin farklılıklar vardır [70]. ICDAS kapsam değerlendirme konseptine göre dizayn edilmiştir:

- i) Mevcut ürüğü belirlemek yerine çürüğün ilerleme aşamalarını belirler.
- ii) ürük olmayan lezyonlar (boyanma, florozis, opasite) için detaylı bir hariç tutma kriteri sağlar.
- iii) ürük sürecini ölçmek için tarif ve terimler kullanır.

ICDAS II, kriterlerinin daha güvenilir olması için diş sert dokuların klinik görüntüsünün histopatolojik durumla doğrulanması amacıyla tanımlanmıştır. Hem süt hem de daimi dişlerde kullanılabilir [11].

## **ICDAS II ile İlgili Yapılan alışmalar**

Jablonski-Momeni ve ark. [11] okluzal çürüklerin ICDAS II ile teşhisinin doğruluğunu in vitro olarak araştırdıkları çalışmalarında ICDAS II sisteminin hastalığın ilerleyişini farklı aşamalarda gösterdiğini ve önceki benzer görsel sistemlerle karşılaştırılabilir doğruluk ve güvenilirlik verdiğini belirtmişlerdir.

Rodrigues ve ark. [12] floresans bazlı metotların, radyografik yöntemin ve ICDAS II' nin okluzal yüzeylerdeki performanslarını 190 adet molar dişi iki gözlemci ile inceleyerek değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda DIAGNOdent pen, floresans kamera ve ICDAS II' nin iyi sensitivite gösterdiğini, DIAGNOdent ve bitewing radyografinin iyi spesifisite gösterdiğini ve okluzal yüzey çürüklerin teşhisi için bitewing radyografi ile birlikte kullanılan ICDAS II' nin en iyi performansı gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Kuhnisch ve ark. [73] daimi molar dişlerin okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS II, DIAGNOdent ve WHO basit kriterleri kullanmışlar ve geleneksel WHO kriteriyle karşılaştırıldığında ICDAS II kriterinin kavite oluşmamış çürük lezyonların teşhisinde potansiyelinin olduğunu göstermişlerdir.

Braga ve ark. [74] okluzal çürük lezyonların aktivitesinin ve şiddetinin değerlendirilmesi amacıyla 69 adet süt dişini ICDAS II ve Nyvad sistemlerini kullanarak 2 gözlemci ile in vitro olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda her iki görsel sistemin de süt dişlerinde güvenilir bulunduğu ve in vitro koşullarda Nyvad sistem ile lezyon aktivite değerlendirme arasında major bir farklılık olmadığını ortaya koymuşlardır.

Shoaib ve ark. [75] süt dişlerinde ICDAS II' nin geçerliliğini ve güvenilirliğini 112 adet süt molar dişini 3 gözlemci ile değerlendirerek in vitro koşullarda araştırmışlar ve sonuç olarak süt molar dişlere uygulandığında ICDAS II kriterlerinin kabul edilebilir geçerliliğinin ve güvenilirliğinin olduğunu belirtmişlerdir.

Diniz ve ark. [76] ICDAS II' nin doğruluğunu ve gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğini araştırmak amacıyla 163 molar dişi 2 deneyimli diş hekimi tarafından değerlendirerek araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda okluzal çürük teşhisinde ICDAS II sisteminin özellikle çürük lezyonu minenin dış yarısında olduğunda iyi güvenilirlik ve doğruluk gösterdiğini belirtmişlerdir.

Jablonski-Momeni ve ark. [77] okluzal çürüklerin teşhisinde farklı zaman aralıklarında değerlendirmenin ICDAS II' nin güvenilirliğine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 50 daimi molar dişi 2 gözlemci ile ICDAS II kullanarak başlangıç, 1 gün sonra, 1 hafta sonra ve 4 hafta sonra değerlendirmişler ve sonuç olarak geçen sürenin gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğe major bir etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır.

Braga ve ark. [78] süt dişi okluzal çürüklerinin aktivite durumunu değerlendirdikleri ve Nyvad ve ICDAS II görsel sistemlerinin klinik performanslarını araştırdıkları çalışmalarında 763 süt molar dişi 2 gözlemci ile değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak Nyvad ve ICDAS II kriterlerinin çürük lezyonlarının teşhisinde iyi ve karşılaştırılabilir doğruluk ve güvenilirlik gösterdiğini fakat ICDAS II' nin, Nyvad sistemle karşılaştırıldığında çürük aktivite değerlendirmesinde daha yüksek değerler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Matos ve ark. [79] süt dişi okluzal çürüklerin teşhisinde floresans bazlı metotların klinik performansını araştırdıkları çalışmalarında 407 adet süt dişini görsel inceleme, radyografi, DIAGNOdent pen ve floresans kamera kullanarak 2 gözlemci ile

değerlendirmişler ve sonuç olarak süt dişlerindeki okluzal dentin çürüklerin tespitinde floresans bazlı metotların benzer performans gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Jablonski-Momeni ve ark. [80] okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS II ve DIAGNOdent lazer floresans cihazının performansını değerlendirmişler ve sonuç olarak ICDAS II' nin teşhis doğruluğunu genel olarak DIAGNOdent'den daha iyi bulmuşlardır.

Neuhaus ve ark. [9] süt dişi okluzal yüzeylerde radyografik incelemenin, ICDAS II' nin, geleneksel görsel kriterin, 2 lazer floresans cihazın performanslarını in vitro olarak karşılaştırmışlardır ve sonucunda istatistik olarak bir fark bulunmamasına rağmen ICDAS' ın yüksek sensitivite gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Mitropoulos ve ark. [81] okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS II yönteminin büyütme ile birlikte kullanımının performansa etkisini araştırmışlar ve sonuç olarak büyütmenin görsel incelemenin performansını geliştirmediğini belirtmişlerdir.

Souza ve ark. [82] 79 süt molar dişini ICDAS, bitewing radyografi, DIAGNOdent, DIAGNOdent pen ve Vistaproof kullanarak 2 gözlemci ile değerlendirmişler ve sonucunda ICDAS ve Vistaproof' un mine ve dentin çürük lezyonların teşhisinde daha iyi doğruluk gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Gomez ve ark. [83] okluzal çürük lezyonların teşhisinde farklı metotların performansını, 112 daimi molar diş üzerinde ICDAS, FOTI, OCT, Soprolife kamera QLF sistemleri kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda tüm metotlar okluzal çürük lezyonların teşhisinde benzer performans göstermelerine rağmen ICDAS' ın lezyonun derinliğini teşhis etme ve değerlendirmede klinik pratik için yeterli olduğunu ve diğer metotların da çürük lezyonun izlenmesi için faydalı olabileceğini belirtmişlerdir.

Kang ve ark. [84] okluzal çürük lezyonların in vitro değerlendirilmesinde QLF, ICDAS II ve DIAGNOdent kullanmışlar sonuç olarak görsel inceleme ile birlikte QLF kullanımının dental çürüklerin erken teşhisini sağlayabileceğini ve teşhis doğruluğunu geliştirebileceğini belirtmişlerdir.

### 2.3.1.3 Konvansiyonel Radyografiler

Alman fizik profesörü Wilhelm Conrad Roentgen tarafından 1895 yılında X ışınları keşfedilmiştir. X ışınlarının diş hekimliğinde rutin olarak kullanılması 1899' dan sonra Edmund Kells' in bu konudaki çalışmaları sonucunda mümkün olmuş ve günümüzde diş hekimlerinin sık kullandığı bir çürük teşhis yöntemi haline gelmiştir [85].

Konvansiyonel radyograflarda görüntü oluşumu şu şekildedir: Filmin ışınlanmasıyla birlikte X ışınlarının bir kısmı diş veya kemik gibi sert dokular tarafından absorbe edilir. Arkalarında bulunan filme geçemezler fakat yumuşak dokulara veya boşluklara gelen X ışınları absorbe edilmezler ve filme ulaşırlar. Filme ulaşan x ışınları filmin emülsiyon tabakasında süspanse halde bulunan gümüş bromid kristallerini değişime uğratarak gümüş ve bromid şeklinde ayrıştırır. Sert dokuların olduğu bölgelerde X ışınları filme ulaşamaz veya çok az ulaşır. Dolayısıyla gümüş ve bromid kristalleri daha az ayrışır veya hiç ayrışmaz. Bu şekilde X ışınları yoluyla film üzerinde latent bir görüntü oluşur. Gözle görülmeyen bu latent görüntü ancak banyo işlemleri ile görünür hale gelir [86].

Çürük nedeniyle mine ve dentin dokusunun mineral içeriği azalır ve buna bağlı olarak X ışınının geçişi artar. Fazla geçen X ışınları sebebiyle koyu bir görüntü oluşur. Daha sonra görüntü reseptörü artmış densiteyi kaydeder ve diş hekimi bu durumu çürük lezyonun belirtisi olarak yorumlar [87].

Doğru bir şekilde teşhis koyabilmek için radyografların kalitesi oldukça önemlidir. Çürük teşhisi için radyografların kontrastı yüksek densitesi iyi olmalıdır. Banyo işlemleri ve ışınlama parametreleri, çekim tekniği, hekimin tecrübesi doğru teşhis konulmasını etkilemektedir [88]. Çürük teşhisini etkileyen diğer önemli faktörler de çürük lezyonunun şekli, genişliği ve lokalizasyonudur. Ayrıca incelenecek dişin anatomik yapısı, anatomik varyasyonlar da radyografik görüntüyü etkilemektedir [89].

Radyografiler ara yüz çürüklerinin teşhisinde daha sık olmakla beraber okluzal diş çürüklerinin teşhisinde de kullanılmaktadır Okluzal yüzeylerin radyografik olarak incelenmesi mümkündür ancak lezyon belli bir boyuta ulaşmadan ne yazık ki radyografik olarak teşhis edilemez. Bu sebeple sadece mineyi içine alan çürük lezyonlarını teşhis etmek oldukça güçtür. Çünkü bukkal veya lingual sağlıklı mine dokusu radyografıta süperpoze olur ve lezyonun teşhis edilmesini engeller. Minedeki demineralizasyonun radyolojik olarak teşhis edilebilmesi için mineral kaybının en az %

30° lara ulaşması gerektiği bildirilmiştir. Hatta dentine yeni ulaşmış çürüklerin dahi radyografik olarak teşhisi zordur [8, 89]. Okluzal lezyon radyografik olarak belirgin bir şekilde görülebiliyorsa lezyon dentinin orta üçlüsüne kadar ilerlemiştir [90]. Okluzal çürük lezyonların teşhisinde radyografların başarısızlık nedenleri şu şekilde açıklanmıştır [91].

- 1) Okluzal çürüğün belirtisi olan mine-dentin sınırının hemen altındaki ince gri çizginin, mine dentin densite farkıyla oluşan ve daha açık görülen optik illüzyondan ayırt edilememesi
- 2) Tüberkül tepeleri arasındaki mesafenin çok olması ile okluzal bölgenin bu yoğun mine dokusunun arasında kalması
- 3) Bukkal ve lingual bölgedeki çürüklerin okluzal bölge ile süperpoze olup yanlışlıkla okluzal çürük olarak değerlendirilmesi
- 4) Çürük lezyonun varlığının, yokluğunun veya derinliğinin değerlendirilmesinde klinisyenler arasındaki farklılıklardır.

Radyografik muayenede belirli bir indeks kullanılarak çürüğün belirlenmesi önemli bir avantajdır. Bu sayede çürük lezyonun derinliğinin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Çözünürlüğü dijital sistemlerden daha iyi olan bu sistem, kullanılan filmlerin ince olması sebebiyle hasta tarafından kolaylıkla kabul edilir. Kullanımının da kolay olması sebebiyle birçok hekim tarafından tercih edilir. Fakat radyografik teşhis subjektiftir ve yorumu hekimden hekime veya hekimin farklı zamanlardaki incelemelerinde değişebilmektedir. Ayrıca radyografinin tekrarlanabilir olması için ışının verilmiş açısının, verilmiş süresinin ve uygulama prosedürlerinin standart olması gerekmektedir. Başlangıç çürük lezyonlarının teşhisinde yeterli etkinliğe sahip değildir ve hasta X ışınına maruz kalır [36]. Radyografda izlenen çürük lezyonun boyutu gerçekte var olan lezyon boyutu ile aynı olmayabilir çünkü radyograflar çürük boyutunu gerçek boyutundan daha küçük olarak gösterebilir. Öte yandan bazı durumlarda radyograflarda çürük olmayan dokular çürük gibi teşhis edilebilir ve çürük olduğundan daha büyük gibi değerlendirilebilir [92].

Görsel ve radyografik muayenenin birlikte kullanılması çürük lezyonlarının büyük bir kısmının doğru teşhis edilebilirliğini artırır. Yapılan çalışmalarda bu metodların birlikte kullanılmasıyla sensitivite oranı % 75, spesifisite oranı % 90 bulunmuştur [8].



### **2.3.2 Modern Çürük Teşhis Yöntemleri**

Geleneksel çürük teşhis yöntemlerinin subjektif bulgular içermesi ve özellikle başlangıç çürüklerinde yetersiz kalması yeni yöntemlerin geliştirilmesine neden olmuştur [8]. Gelişen teknolojiyle birlikte çok sayıda çürük teşhis yöntemi piyasaya sürülmüş ve bu sayede çürük lezyonlarının hem erken aşamada hem de objektif kriterler ile teşhis edilme şansı doğmuştur [65].

Modern çürük teşhis yöntemleri farklı metotları kullansalar da fiziksel bir sinyalin kullanılması ve bu sinyalin anlamlı bir şekilde yorumlanması esasına dayanmaktadır [93].

#### **2.3.2.1 Dijital Radyografiler**

Konvansiyonel radyografların dezavantajlarını azaltmak amacıyla 1980' li yıllarda dijital radyografiler kullanıma girmiştir. Konvansiyonel radyografiler günümüzde hala geçerliliğini korumaktadır fakat banyo işlemleri sırasındaki zorluklar, banyo işlemlerinin standardizasyonundaki problemler, yüksek doz X ışını kullanımı ve banyo ve film atıklarına bağlı olarak oluşan çevre kirliliği konvansiyonel radyografların önemli olumsuzlukları olarak sıralanmaktadır. Konvansiyonel radyograflar yerlerini, bu olumsuzlukları ve yetersizlikleri ortadan kaldıran dijital radyografilere bırakmıştır [94].

Dijital radyograflar film bazlı radyograflar yerine X ışınlarına duyarlı sensörler kullanılarak elde edilen görüntüyü, elektronik parçacıklara ayıran, bilgisayar yardımıyla ortaya çıkaran, depolayan ve bu şekilde görüntü elde edilmesinde kullanılan bir yöntemdir [95].

Dijital radyograflar, konvansiyonel radyograflarda olduğu gibi diş ve destek dokular ile ilgili hekime geniş bilgi verir. Yani amaç lezyon ve hastalıkların saptanması, süphelenilen hastalıkların doğrulanması veya sınıflandırılması, çevre dokuların incelenmesi, dental tedaviler esnasında bilgi edinme, büyüme gelişmenin değerlendirilmesi, travma sonrası ortaya çıkabilecek patolojilerin saptanması ve hastanın mevcut durumunun belgelenmesidir. Oluşturulan görüntüler film bazlı görüntülere eşdeğerdir [95].

Dijital radyografi teknikleri genel olarak 3' e ayrılmıştır [96].

1) Direk Dijital Radyografi

2) Yarı Direk Dijital Radyografi

3) İndirek Dijital Radyografi

### **2.3.2.1.1 Direk Dijital Radyografi**

Bu yöntemin temel komponentleri röntgen cihazı, ağız içi sensör, analog-dijital dönüştürücü (A/D Converter), bilgisayar ve monitördür. Sensör ağza uygun bir şekilde yerleştirildikten sonra X ışını ile ışınlanır. Işınlamadan sonra elektrona dönüşen X ışınları yumuşak ve sert dokuları geçerek sensör içerisindeki reseptöre ulaşır. Reseptör üzerinde bulunan elektron yuvacıklara dolan elektronların analog sinyali dijital sinyale çevrilir ve monitöre aktarılır. Işınlamadan saniyeler sonra görüntü bilgisayar ekranında belirir [96].

Direk dijital radyografi yöntemlerinin tümünde ışın kaynağı konvansiyonel röntgen cihazlarıdır. Röntgen cihazı ortalama 50-90 kVp arasında olabilir. Ama genelde 65-70 kVp arasındadır. Direk dijital röntgen sensörleri X ışınına oldukça hassas oldukları için röntgen cihazı kısa X ışını ekspoz zamanı için ayarlanabilen özel bir zamanlayıcı içerir [97].

Ağız içi sensörler konvansiyonel röntgenlerde filmin yerini tutan ve görüntüyü toplayan küçük detektörlerdir. Değişik boyutları olup sert plastik bir kılıf ile kaplıdır [97]. Sensörler fiber optik bir kablo aracılığıyla bilgisayara bağlanır. Direk dijital radyografide CCD (Charge Coupled Device) ve CMOS-APS (Complementary Metal Oxide Semiconductor- Aktive Pixel Sensor) en sık kullanılan solid state detektörlerdir. CCD ilk keşfedilen sensör olup gelişerek günümüze kadar gelmiştir. Yaklaşık olarak dental filmlerle aynı boyutlardadır fakat daha kalın ve sert bir yapısı vardır [98]. Silikon çip piksel ve hücrelerden meydana gelmiştir. Silikon çip üzerinde X ışınlarına duyarlı yarı geçirgen bir tabaka içerir. CCD' ye çarpan X ışınları elektronları serbest hale geçirir ve elektronik şarj oluşur. Buna bağlı olarak latent bir görüntü meydana gelir. Latent görüntü bilgisayara aktarılır, ekranda görünür hale gelir. Dijital görüntüyü oluşturan elementlere piksel denir. Piksel konvansiyonel filmde kullanılan gümüş kristallerinin dijital eşdeğeridir fakat gümüş kristallerinin tersi olarak düzenli bir dağılım gösterir [99].

CMOS-APS ise direk dijital görüntüleme sistemindeki gelişmelerin sonucusudur. Dışarıdan bakıldığında CCD sensörlerle aynı görünmesine rağmen

CMOS-APS sisteminde aktif piksel teknolojisi kullanılır ve bu sayede üretim maliyeti azalmış olur. APS teknolojisi CCD ile karşılaştırıldığında görüntü işlemek için gerekli sistem gücü 100 faktör azaltılır. Ayrıca APS sistemi güç transfer işlemini elime eder ve sensörlerin ömrünü ve güvenilirliğini artırabilir. Özetle CMOS sensörler tasarım bütünlüğü, düşük güç gereksinimleri, gelişmiş görüntü çözünürlüğü, düşük maliyet, uzun ömürlülük ve kolay üretilebilirlikte dahil olmak üzere çok sayıda avantaj sağlar. Fakat CMOS sensörler CCD' ye göre daha az aktif alan içerir [100].

Sensör tarafından alınan bilgiler bilgisayara analog bilgi olarak gelir. Bu bilginin bilgisayar tarafından yorumlanabilmesi için dijital biçime dönüştürülmektedir. Analog-dijital dönüştürücü (A/D Converter) detektörden alınan analog sinyalleri sayısal verilere dönüştürür. Dijital sinyaller 0 ile 1 rakamlarının oluşturduğu ikili sayı sistemi ile ifade edilmektedir. İkili sayı sisteminde 0 ve 1' ler 'bit' olarak adlandırılır. İkili sayı sisteminde anlamlı kelimeleri oluşturmak için bitler yan yana gelir. Sekiz bitlik bir kelime 'byte' olarak adlandırılır ve bir byte ile elde edilebilecek kelime sayısı  $256 (2^8)$ ' dir. Analog-dijital dönüştürücü bit sayısı ölçüm hassasiyetini belirler. Bit sayısının fazla olması durumunda analog bilginin sayısal veriye çevrilmesi sırasında bilgi kaybını en aza indirir.

Görüntüler için bilgisayar 486 veya daha yüksek işlemci, SVGA grafik kartıyla birlikte 640 KB internal hafıza ve yüksek çözünürlüklü bir monitör ( $1024 \times 768$  piksel) gerekmektedir. Bilgisayarın görevi sensörden gelen sinyalleri ekranda görülebilen gri tonlara çevirmektir. Dijital radyografi görüntüleri farklı yoğunlukta tek tek piksellerden oluşmaktadır. Her piksel gri tonun lokalizasyon ve derecesi ile alakalı olarak rakamsal temsil edilir. 8 bitlik bir görüntüde 0-255 arasında değişen 256 renk tonu vardır. En koyu gri (siyah) sıfıra en açık gri (beyaz) 255' e eşdeğerdir. Görüntü çok kısa bir süre içinde bilgisayar ekranında kaydedilir. Bu durum cerrahi işlemler veya kanal tedavisi gibi durumlarda büyük avantaj sağlar. Alınan görüntü saklanabilir, bir kopyası hastaya verilebilir ya da elektronik ortamda gönderilebilir.

Günümüzde dijital sistemlerle birlikte kullanılan yazılım paketleri görüntü güçlendirici teknikler sunmaktadır. Bunlar aşağıdaki özelliklerin yapılmasını sağlar [101].

- Görüntüleri 360 derece döndürme
- Renklendirme

- Negatif resim
- 3 boyutlu görüntü oluşturma
- Çeşitli lineer ölçümler
- Kontrast ve densite artırma
- Keskinleştirme, pürüzsüzleştirme
- Kabartma, büyütme ve yakınlaştırma yapma
- Birkaç görüntünün aynı anda karşılaştırılması
- Görüntünün orijinal boyutunun 4 katı büyütülmesi

Diş hekimliğinde kullanılan ilk DDR sistemi radiovisiography (RVG, Tropy Radiology, France)' dir. Dr. Frances Mouyens tarafından 1894 yılında üretilmiştir. Günümüzde aynı çalışma prensibine sahip bir kaç sistem daha piyasaya sunulmuştur. Aralarındaki farklılık çözünürlük değerleri, piksel oranlarından kaynaklanmaktadır [96].

#### **2.3.2.1.2 Yarı Direk Dijital Radyografi**

Kablo bağlantısı olmayan yarı direk dijital radyografi sisteminde fosfor kaplı plaklar (phosphor-coated plate) kullanılmaktadır. Fosfor plak sistemi ilk ticari olarak 1981 yılında Fuji firması (Tokyo, Japonya) tarafından piyasaya sürülmüştür fakat ağız içi radyografik görüntüleme sistemi olarak kullanımı 1994 yılında Digora fosfor plak görüntüleme sistemi (Digora, Soredex, Helsinki, Finlandiya) şeklinde Soredex firması tarafından gerçekleştirilmiştir [102].

Yarı direk dijital radyografide kullanılan fosfor plaklar kristalin emülsiyon tabakası ile kaplı polyester materyalinden üretilmiştir. Kristalin emülsiyon tabakası europium (Eu) elementiyle aktive edilmiş baryum florür bileşiğinden oluşmuştur. Fosfor plaklar X ışını ile uyarıldığında foton enerjisi fosfor kristalleri sayesinde geçici olarak depolanmaktadır. Depolanan bilginin okunması helyum-neon lazer ışınının taranmasıyla olmaktadır. Depolanan enerji mavi floresans bir ışık olarak yayılmaktadır. Yayılan bu ışık fotomultiplikatör bir tüp tarafından yakalanır ve dijital formata dönüştürülür. Dijital formata dönüştürülen görüntüler monitöre aktarılmakta ve arşivlenebilmektedir [102, 103]. Lazer tarama evresinin olması nedeniyle bu sistem diğer sistemlere göre daha yavaştır.

Işınlamayı takip eden zaman içerisinde fosfor plakların kısa süre içinde taranması gerekmektedir. En iyi kalitede görüntülerin elde edilmesi ilk 10 dakikalık süre içinde taranmasıyla mümkündür. İlk 30 dakika kabul edilebilir görüntü kalitesi vardır fakat 30 dakikadan fazla süre tarama yapılamayacaksa ışınlama süresinin artırılması ve plakların ışık sızdırmaz bir ortamda saklanması gerekmektedir. Aslında fosfor plaklar günlerce bekleseler dahi içerisindeki görüntüyü tamamen kaybetmezler fakat görüntünün kalitesi düşer [99].

Fosfor plakta depolanan enerjinin küçük bir miktarı tarandıktan sonra bile kalmaktadır fakat fosfor plak güçlü bir ışıkla ışınlandığında elimine edilmektedir. Böylece önceden kalan görüntü kalıntılarının eliminasyonu sağlanmış olup plak bir sonraki ışınlama için hazır hale getirilir. Latent görüntü ışığa maruz kaldığında silindiği için fosfor plağın aşırı miktarda arka plan ışığı ile ekspoz olmasından kaçınılmalıdır [104].

Fosfor plaklar defalarca kullanılıp görüntü alınabilir. Stabil olsalar da zaman içerisinde zarar görebilirler bu sebeple kullanımı esnasında dikkatli olunmalıdır. Üzerinde toz birikimi görüntünün kalitesini etkileyebilir. Belirli periyotlarla plaklar ekran temizleyicilerle temizlenmelidir. Fosfor plaklar otoklava konulmaz, termal yöntemlerle sterilize edilmez, sadece dezenfektan solüsyonlarla dezenfeksiyonu sağlanır [104].

Fosfor plakların klinik kullanımı esnasında kontaminasyonu engellemek için plağın üzeri plastik bir kılıfla kaplanır. Bu kılıflar tek kullanımlık olup her hastada değiştirilmelidir. Plastik kılıf ile kaplanan fosfor plaklar uygun pozisyonda hasta ağzına yerleştirilir. Plakların dış yapısı sert plastiktir. Plakların sert oluşu distorsiyonu engeller fakat ark köşelerine yerleştirmek güç olabilir. Plaklar plak tutucularla veya hastanın parmak basısı ile sabitlenir ve ışınlama yapılır [105].

Bir fosfor plak materyalinde olması gereken özellikler şunlardır;

1. Tarama aşamasına kadar geçen süre görüntü de kalite azalmasına sebep olmamalı ve latent görüntüyü saklama işlemini gerçekleştirebilmelidir.
2. Latent görüntüdeki depolanmış enerjinin açığa çıkabilmesi için fosforun ışık ile yeteri kadar uyarılması mümkün olmalıdır.
3. Açığa çıkan enerji uyarıcı ışık varlığında incelenebilecek dalga boyunda olmalıdır [104].

Fosfor plak sistemleri ile CCD sensör sistemleri karşılaştırıldığında birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları sensör yapısından kaynaklanmaktadır. Fosfor plak sisteminin en önemli avantajı sensör ile bilgisayar arasında herhangi bir kablonun bulunmamasıdır. CCD sensörler daha kalın ve serttir bu durum hasta ağzında konumlandırılmalarını zorlaştırmaktadır. Fosfor plaklar ise daha ince ve boyut olarak periapikal filmlere yakın olduğundan ağız içi manipülasyonları daha kolaydır. Fakat CCD sistemlerde direk kablolu bağlantıdan dolayı görüntü hemen oluşurken fosfor plak sistemlerinde bu süre 25 sn' yi bulabilmektedir. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak amacıyla sürenin azaltılması ile ilgili çalışmalar yapılmış ve 5 sn' ye kadar düşürülmüştür [100].

Fosfor plakların dinamik aralığı konvansiyonel radyografilerle karşılaştırıldığında oldukça geniştir. Bu sayede az veya çok ışınlanmış görüntüler uygun dozla ışınlanmış gibi uygun densitede görünürler ve yanlış ekspozu bağlı film tekrarı olmaz. Fosfor plakla ulaşılan bu serbestlik sayesinde CCD sistemlerden daha az radyasyon ile görüntü oluşturulabilir [105].

Çözünürlük herhangi bir görüntüleme sistemi için oldukça küçük noktaları ayırt etme yeteneğini ifade eder. Dijital görüntüleme de çözünürlüğü belirleyen nitelikler kontrast çözünürlük ve uzaysal çözünürlüktür. En yaygın çözünürlük ölçüm birimi milimetredeki çizgi çiftidir. Çizgi çifti çoğaldıkça çözünürlük te artar. Genel olarak CCD' ler için bu değer 6-20 lp/mm, fosfor plaklar için 6-12,5 lp/mm, intraoral filmler için 16-20 lp/mm'dir [100]. Fakat çıplak bir göz 7-10 lp/mm rezolüsyonu ayırt edebilmektedir yani mevcut sensörler yeterli rezolüsyona sahiptir. Bazı sensörler 12 'bit' lik görüntü elde edilir böylece 4096 tane gri ton oluşur. 8 'bit' lik görüntü de 256 gri ton var demektir. Fakat yine çıplak göz yaklaşık 32 adet gri tonu ayırt etmektedir, bu durumda günümüzde kullanılan sensörlerin yeterli olduğu anlamına gelmektedir [105]

### **2.3.2.1.3 İndirek Dijital Radyografiler**

Bu yöntemin temel ilkesi konvansiyonel radyografların dijital görüntüye dönüştürülmesidir.

İndirek dijital görüntüleme sistemi 4 bölümden oluşur:

1. Konvansiyonel teknikle radyografin elde edilmesi

2. Dijitalizasyon işlemi
3. Görüntü işleme
4. Görüntünün bilgisayar ekranında görüntülenmesi

Elde edilen görüntü saklanabilir, manüple edilebilir fakat direk dijital görüntülemeye göre ikinci kalitedir ve orijinal görüntünün kopyasına benzer [105].

#### **2.3.2.1.4 Dijital Radyografların Avantajları**

- 1) Dijital sensörler X ışınlarına daha duyarlıdır. Bunun sonucu olarak ta verilen dozda %50' den %95' e varan azalma gözlenir.
- 2) Bu sistemlerin kullanımı kolaydır, muayenehanede az yer kaplar. Görüntü oluşumu için banyo işlemlerine gerek olmaz bu sayede hem görüntü çok kısa süre içinde elde edilir ve operatif işlemler hızlanır hem de banyo işlemlerine bağlı oluşabilecek hatalar ortadan kalkar.
- 3) Banyo işleminin ortadan kalkmasıyla kimyasal atık oluşmaz, çapraz kontaminasyon riski önemli ölçüde azalır.
- 4) Banyo solüsyonlarının taze olmamasına bağlı olarak filmde ortaya çıkan değişiklikler dijital radyografide olmaz, görüntü kalitesi sabit kalır.
- 5) Kullanılan sensör konvansiyonel filmlerden daha sert olduğu için görüntü distorsiyonu dijital radyografilerde görülmez.
- 6) Elde edilen görüntüler üzerinde görüntü iyileştirmesi yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra uzunluk, açı gibi ölçümlerin yapılmasına olanak sağlar.
- 7) Standardizasyon sağlanarak görüntü arşivleme yapılabilir ve istenildiği zaman kolaylıkla ulaşılabilir. Böylece tedavinin öncesinde ve sonrasındaki görüntülerin karşılaştırılma imkanı doğar.
- 8) Elde edilen görüntü sıkıştırma programları sayesinde küçültülebilir, modem veya telefon hattı aracılığıyla ya da elektronik ortamda transferi yapılabilir, yazdırılabilir, bu sayede zaman kaybına yol açmaz
- 9) Bilgisayar ekranı filmde daha büyük olduğundan hasta iletişimde etkili olarak kullanılır [95, 105].

### **2.3.2.1.5 Dijital Radyograflerin Dezavantajları**

- 1) Seçilen bilgisayar, marka ve aksesuarlara bağlı olarak maliyeti yüksektir. Servis ve bakım ücretleri de göz önünde bulundurulmalıdır.
- 2) Çözünürlüğü geleneksel filmlerden daha düşüktür.
- 3) Damak derinliği az, alveol kavsi dar olan hastalarda ve rubber-dam kullanılan hastalarda sensörün uygun pozisyonda yerleştirilmesi zor olabilir.
- 4) Sensörlerin sert ve kalın olması görüntü alma esnasında hastaya rahatsızlık verebilir.
- 5) Sensörlerin ısı ile sterilizasyonu yapılamadığından enfeksiyon kontrolü için özel dikkat gerektirir. Ağızda kullanılırken mutlaka tek kullanımlık kılıflara yerleştirilmelidir.
- 6) Bazı sensörlerin oluşturduğu görüntüler konvansiyonel filmlere oranla daha dardır. Ayrıca yazıcıdan alınan görüntülerin baskı kalitesi ekrandaki görüntüden daha kötüdür [105].

### **2.3.2.2 Fiber Optik Transilüminasyon (FOTI)**

Yüksek optiksel özelliğe sahip cam veya plastik liflere fiber optik denir ve liflerin ucundan giren ışık total yansımayla diğer ucuna iletilir. Transilüminasyon ise ışığın dokulardan geçerek aydınlatılmasına denir. Fiber optik transilüminasyon yöntemi 1970 yılında Friedman ve Marcus tarafından dizayn edilmiştir [106]. Yüksek yoğunluklu görünür beyaz ışık ince fiber optik bir uç yardımıyla dişin bukkal ve lingual yüzeylerine uygulanır. Yüzey okluzal açıdan incelenir ve mine ve dentindeki demineralizasyona bağlı olarak dentin tübülleri istikametinde ortaya çıkan koyu gölgelenmeler değerlendirilir. Çünkü demineralizasyon süresince mine ve dentin dokusunun kristal yapısı bozulduğu için ışığın daha çok kırılmasına ve daha az miktarda ışık geçişine sebep olur ve gölgelenme ortaya çıkar. Özellikle anterior ve posterior aproksimal çürüklerin, okluzal çürüklerin, cusp fraktürlerinin ve çatlak dişlerin değerlendirilmesinde kullanılır [107].

Yöntem basit ve güvenilirdir ayrıca non invaziv olup hastaya herhangi risk oluşturmadan tekrar tekrar kullanılabilen ağrısız bir prosedürdür. Hızlı sonuç alınması



ve ekonomik olması diğer avantajlarıdır. Fakat yöntem subjektiftir ve yorumu hekimden hekime değişiklik gösterir. Elde edilen görüntüler tecrübe ve dikkatli inceleme gerektirir, kaydedilemez ve çıktısı alınamaz. FOTI ile yapılan çalışmalarda ara yüz çürüklerinin teşhisinde başarılı olduğu fakat okluzal çürüklerin teşhisinde düşük duyarlılığa sahip olduğu bulunmuştur. Bu sebeple görsel ve radyografik incelemeye yardımcı bir yöntem olarak kullanımı tavsiye edilmektedir [93].

### **2.3.2.3 Dijital Fiber Optik Transilüminasyon (DIFOTI)**

Fiber optik transilüminasyonun (FOTI) yönteminde görülen eksiklikleri ortadan kaldırmak amacıyla Schneiderman ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş çürük teşhis yöntemidir [108]. FOTI ile aynı prensiple çalışır, farklı olarak DIFOTI yönteminde görüntüler dijital CCD kamera ile alınır ve bilgisayar destekli program kullanılarak değerlendirilir.

Düşük voltajlı bir ark lambasından elde edilen ışık dış yüzeyine fiber optik uç yardımıyla taşınmaktadır. Kullanılan bu ışık güvenilir beyaz ışık diğer bir deyişle standart ışıktır. Lambanın önünde bir dizi filtre bulunmaktadır. İki farklı boyutta fiber ışığa rehberlik eder. Işığın dışı enine kat etmesi sırasında ışığın saçılmasına bağlı olarak ortaya çıkan değişiklikler görüntü şeklinde bilgisayara kaydedilir. Bu saçılma sonucu çürük lezyonlar gri gölgeler şeklinde ortaya çıkar [108].

Ara yüz ve okluzal yüz çürüklerinin saptanmasında kullanılır. CCD kullanımı anlık görüntüler elde edilmesine, bunların saklanabilmesine ve farklı zamanlarda alınan görüntülerin karşılaştırılabilmesine olanak sağlar. Ancak bu yöntemle lezyonun ilerleyişini değerlendirmek mümkün değildir [109].

### **2.3.2.4 Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF)**

Floresans yöntemine dayanan çürük teşhis yöntemlerini anlayabilmek için öncelikle floresansın ne demek olduğunu bilmek gerekir. Floresans herhangi bir objenin belli bir dalga boyunda ışıkla uyarılmasının ardından daha uzun dalga boyuyla ışığı yansıtmasına denir [110]. Yani floresans ışınımı oluşabilmesi için objenin belli bir dalga boyu ile uyarılması gerekmektedir.

3 farklı floresans ışınımı vardır.

- 1) Ultraviyole bölgeye yakın mavi floresans
- 2) Mavi- yeşil ile oluşan sarı turuncu floresans
- 3) Kırmızıdan uzak kızılötesine yakın floresans

Mavi floresans di-tyrosine sebep olur, sarı floresansın protein kaynaklı kromoforlardan oluştuğu tahmin edilmektedir. Kırmızı floresansın oluşum sebebi ise bakteriyel yıkım ürünlerinden kaynaklanan protoporfirindir [111].

Kantitatif ışık etkili floresans yöntemi sert dokuların sahip olduğu otofloresans özelliğine dayanır ve ilk defa 1928 yılında Benedict tarafından ortaya konulmuştur. İncelenen diş görünür mavi ışık ile uyarıldığında sağlıklı olan kısımda yeşil floresans meydana gelir. Demineralizasyon varlığında ise floresans özelliği azalır ve demineralize alanlar karanlık bölgeler şeklinde görünür. QLF yöntemi ile kırmızı floresansta görülebilir, bu floresans ise plak, diş taşı ve enfekte çürük lezyonu içerisindeki bakteriler tarafından metabolize edilmiş porfirinlerden kaynaklanır [112].

Demineralize alanlardaki floresans kaybı 2 şekilde açıklanmıştır:

1. Çürük lezyondan saçılan ışık sağlam yüzeyden saçılan ışıktan daha fazladır. Buna bağlı olarak emilim az olur ve daha az floresans meydana gelir
2. Çürük lezyondan saçılan ışık lezyonun altındaki sağlam dokuya ışığın ilerlemesini engeller. Bu sebeple sağlam yüzeyin floresansı yukarı ulaşmaz, böylece o bölgede daha az floresans oluşur [113].

QLF yöntemi ile diş çürükleri, dental plak, bakteri aktivitesi, diş taşı ve renklemeler kantitatif olarak değerlendirilir. Işığın dağıtılması, saçılması prensibi sert dokunun mineral kaybı ile ilişkilendirilerek çürük lezyonunun ölçümünde kullanılır. Bu yöntem sayesinde erken çürük lezyonlarının teşhisine olanak sağlanabilir ve lezyonun gerileyişi veya ilerleyişi monitörize edilebilir [93].

Sistem kontrol paneli, el aleti, bilgisayar ve yazılımdan oluşur. El aletinden üretilen 50 W'lık zenon ışık mavi bir filtreden geçer yol gösterici sıvı sayesinde dişe ulaşır. Cihazda homojen bir ışık yayılması sağlamak için ağız içi kameralı ayna kullanılır. Dişten yayılan floresans ışığı ayna yardımı ile toplanır. Yüksek geçirgen sarı filtre dalga boyu 520 nm' den düşük ışıkları elimine eder ve mavi filtreler sayesinde

yansımalar ve birçok hata en aza indirilir. Toplanan ışık bilgisayara aktarılır ve dijital bir görüntü oluşturulur. Bu görüntülerin nicel analizi özel yazılım programları ile değerlendirilir. Yazılım sayesinde lezyonun hacmi, derinliği ve alanı hesaplanabilmektedir. Lezyonun alanı mm<sup>2</sup> olarak hesaplanırken lezyonun derinliği çürük dokusu nedeniyle kaybedilen floresans miktarının ölçümü ile hesaplanır. Bu değerlerin çarpılmasıyla da lezyonun hacmi hesaplanır [114].

QLF ile ilgili yapılan çalışmalarda mevcut demineralizasyonla floresans kaybı arasında kuvvetli bir korelasyon olduğu ortaya konulmuştur. Sistemin en önemli avantajları kolay uygulanabilmesi ve tekrarlanabilmesidir. Kullandığı yazılım sayesinde de tanıda kişiden kişiye farklılıklar oluşturmaz ve güvenilirliği yüksektir [115].

QLF başlangıç mine demineralizasyonları için takibi için uygun bir yöntemdir. Literatürdeki çoğu çalışmada QLF beyaz nokta lezyonlarının görüntülenmesi için kullanılmıştır [116]. Fakat okluzal çürüklerin teşhisi için tek başına yeterli olmadığı ortaya konulmuştur. Sonuçlar okluzal yüzeylerin kuru veya nemli olmasından, fissürlerdeki lekelenmelerden, plaktan ve fissür morfolojisinden etkilenebilmektedir. Kullanımdan önce polisaj yapılması önerilmektedir. QLF florozis, çürük ve anatomik farklılıkları ayırt edemez sadece demineralizasyon varlığını ayırt edebilmektedir. Aynı zamanda lezyonun derinliğinin ölçümü ile ilgili olarak en fazla 100 µm ile sınırlı kaldığı bildirilmiştir [116]. Dolayısıyla mine dentin lezyonlarını ayırt etmek için tasarlanmamış olup dentin demineralizasyonlarını ölçmek için uygun değildir [117].

### **2.3.2.5 Lazer Floresans Yöntemi**

Sağlam mine yüksek derecede mineralize bir dokudur. Yapısında az miktarda su ve organik matriks fazla miktarda hidroksiapatit kristalleri bulunur. Bu kristaller ile ilgili yapılan çalışmalarda floresans özelliklerinin düşük olduğu bulunmuştur [118].

Çürük dokunun ise floresans değerlerinde belirgin değişiklikler görülmektedir. Başlangıç halindeki beyaz nokta lezyonları incelendiğinde hafif floresans değişiklikler ortaya çıkmıştır fakat çürük ilerledikçe ve bakteriyel atağa maruz kaldıkça floresans değerlerinde önemli değişiklikler ortaya çıkmıştır. Özellikle kırmızı dalga boyunda ışık kullanıldığında çürük doku kuvvetli floresans özellik gösterir [118].

Lazer floresans yöntemi ilk olarak 1982 yılında Bjelkhagen tarafından geliştirilmiştir. 488 nm dalga boyunda mavi-yeşil argon lazer ışığı kullanarak sağlam ve çürük mine dokularını karşılaştırmıştır. Sonuç olarak bu yöntemle sağlam ve çürük mine dokusu arasındaki farklılığın kolaylıkla ayırt edilebildiğini göstermişlerdir [55].

Vaarkamp ve ark. [119] helyum-neon lazer ışığını kullandıkları bir başka çalışmada mineden yansıyan ışığın nedeninin hidroksi apatit kristalleri, dentinden yansıyan ışığın nedeninin de dentin tübülleri olduğunu göstermişlerdir.

### **2.3.2.5.1 DIAGNOdent**

DIAGNOdent lazer floresans yöntemini esas alarak Kavo (Biberach, Almanya) firması tarafından 1998 yılında geliştirilen bir çürük teşhis cihazıdır. Işık kaynağı olarak 655 nm dalga boyunda, 1mW gücünde lazer diyot ve özel bir filtreyle birleştirilmiş foto diyot içermektedir. Pille çalışan DIAGNOdent fiber kablo, fiber optik uç ve elektronikleri içeren bir üniteden oluşur. 655 nm dalga boyuna sahip kırmızı ışık 2 adet fiber optik sarmaldan oluşan ana fiber tarafından açıldırılmış uca taşınır. Dişe gelen lazer ışığı organik ve inorganik maddeler tarafından emilir, ardından bir kısmı çürükle karşılaştığı zaman farklı dalga boyunda floresans ışık olarak geri yansır. Ana fiberin çevresinde yansıyan floresans ışığı toplamak için dizilmiş tel demeti bulunur. Yansıyan ışık özel bir filtre ile emilir ve filtreden geçen floresans ışık fotodiyot tarafından sayısal olarak ölçülerek monitöre aktarılır. Dijital monitör hem anlık hem de tepe değerini gösterir [120].

DIAGNOdent cihazında 655 nm dalga boyunda ışık, 1W gücünde lazer diyot ve 680 nm' lik filtreler kullanıldığında ışık penetrasyonunun en fazla 2 mm derinliğe kadar ulaşabildiği belirtilmiştir [120].

DIAGNOdent' te kullanılan 2 farklı fiber optik uç vardır. Bunlar Konik tip A ucu ve yassı tip B ucu' dur. A ucu okluzal çürüklerin teşhisi için, B ucu bukkal ve lingual gibi düz yüzeylerdeki çürük teşhisi amacıyla tasarlanmıştır.

DIAGNOdent'i kullanmadan önce incelenecek dişlerin üzerindeki renklenme ve plakların uzaklaştırılması önerilmiştir çünkü plak, diş taşı varlığında diş yapısında değişiklik varmış gibi ölçüm yapabilir. Ölçüm yapılacak yüzeyler hazırlandıktan sonra cihazın kalibrasyonu yapılır. Kalibrasyon, her kullanımdan önce yapılması önerilen ve sonuçların doğruluğu açısından gerekli olan bir işlemdir. Kalibrasyon uç kutusunun

içerisinde yer alan seramik bir disket ile yapılır. Seramik disket üzerinde cihaza ait standart kalibrasyon değeri bulunur ve cihaz bu değere göre kalibre edilir.

Kullanım için seçilen uç ölçüm yapılacak bölgeye baskı uygulanmadan yerleştirilir. Ölçümün etkinliğini artırmak amacıyla fiber optik uca kendisi etrafında rotasyon hareketi yaptırılır böylece ışık tüm duvarlara ulaşabilir ve daha doğru ölçümler yapılabilir. Dijital göstergede 0-99 arasında değişen nümerik rakamlar ortaya çıkar. 15 değerinden başlayarak yükselen ses çalışılan bölgedeki floresans yoğunluğunun seviyesinin tespit edilmesini sağlar. İncelenen bölgede gezinirken anlık değerler sürekli değişir fakat tepe değeri sabit kalır.

Üretici firma klinik kullanım için rehber olabilecek bir skala önermiştir. Bu skalaya göre 0-13 değerler arası çürük yok, 14-30 mine çürüğü, >30 dentin çürüğü olarak değerlendirilir. Fakat bu değerlerin yanı sıra araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalar sonucu farklı değerlendirme kriterleri de kullanılmıştır [121].

DIAGNOdent cihazı kullanımı ile demineralizasyon sayısal olarak saptanabilir, bu sayede zaman içerisindeki farklılıklar kaydedilebilir. Sonuçlar objektif olduğu için tamamen güvenilirdir. Klinik ve radyografik olarak tanısı zor fissür çürüklerinin erken dönem teşhisine olanak sağlar. Dokularda yıkıma veya kayba sebep olmayan non-invaziv bir yöntemdir. Tekrar edilebilirliğinin ve kullanımının kolay olması, ağrısız olması sebebiyle hasta tarafından kabul edilebilmesi avantajları arasında yer alır [120].

Dental plak ve diş taşı varlığında yanlış pozitif cevaplar verebilir, bu sebeple dişler temizlenmeli ve kurutulmalıdır fakat aşırı kurutma, yetersiz polisaj, polisaj sonrası yeterli yıkamama gibi durumların floresans değerlerini etkilediği bildirilmiştir. Restorasyonlu dişlerde ve ikincil çürüklerde başarısız olduğu, çürük dışı renklemeler ve diş yapısındaki mineralizasyonla ilgili gelişimsel defektlerin sonuçları etkilediği belirtilmiştir [4, 5].

#### **2.3.2.5.2 DIAGNOdent Pen**

DIAGNOdent Pen cihazı 2005 yılında Kavo (Biberach, Almanya) firması tarafından piyasaya sunulmuştur. Klinik kullanımı kolaylaştırmak amacıyla DIAGNOdent cihazına göre daha küçük boyutlarda üretilmiş olup yaklaşık 220 mm uzunluğunda 32 mm çapında olup ağırlığı 110 gramdır (Şekil 2.4) [13].

DIAGNOdent ile benzer çalışma prensibine sahip olmasına rağmen bazı özellikleri geliştirilmiştir. DIAGNOdent pen' in çalışma prensibi şekil 2.5' te gösterildiği gibidir. Işık kaynağı olarak 655 nm dalga boyunda, gücü <1mW bir lazer diyot (1) kullanılır. Birinci yol (2) ışığı dar boyundan geçmesini sağlayan 40 µm' lik sert tek fiberlere (3) iletirler. İkinci yol (4) toplanan floresans fotodetektöre (5) iletilir. Toplanan floresansın yansıyan ışıktan ayırımını floresans filtre (6) yapar. Ortamın ışığı özel karaktere sahip elektronik filtre (7) tarafından elimine edilir. Tüm bu süreç mikro-denetleyici (8) tarafından kontrol edilir. Mikro-denetleyici dijital göstere (10) ve hoparlör (9) arasında tepe değerinin görüntülenmesini sağlar [13].

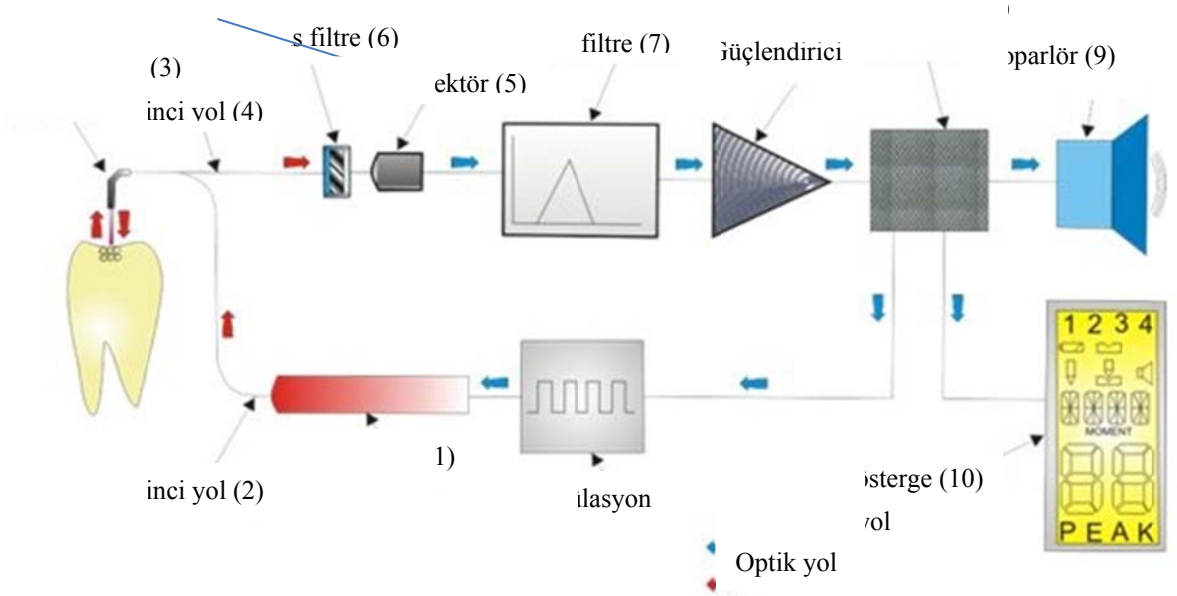
DIAGNOdent pen cihazı, DIAGNOdent cihazından farklı olarak geliştirilmiş 2 adet safir uca sahiptir. Bunlar silindirik uç ve konik uç' tur (Şekil 2.6).



Şekil 2.4 DIAGNOdent pen cihazı

Silindirik uç 1,1 mm çapında olup okluzal çürüklerin teşhisinde, 0,7 mm çapında olan konik uç ise ara yüz çürüklerinin teşhisinde kullanılır. Bu safir uçların sağladığı bir diğer avantaj ise kendi eksenleri etrafında rotasyon hareketi yapabilmeleridir. Bu özellikleri sayesinde özellikle ara yüz çürüklerinin teşhisinde aletin

konumlandırılmasını kolaylaştırdığı ve incelenen dişin aydınlatılmasına engel olmadığı bildirilmiştir [122].



Şekil 2.5 DIAGNOdent pen cihazının çalışma prensibi



Şekil 2.6 DIAGNOdent pen cihazının safir uçları ve kalibrasyon diskini

### DIAGNOdent pen Cihazının Okluzal Yüzeylerde Kullanımı

Fissür yüzeylerindeki çürükleri belirlemek için uygun olan silindirik uç cihaza yerleştirilir. Cihazın açma kapama düğmesine ekrana görüntü ve ses gelene kadar yaklaşık 1 sn basılır. Aynı düğmeye 5 sn basılması cihazın kapatılmasını sağlar.

Cihaz her kullanımdan önce kalibre edilir ve kalibrasyon işlemi cihaz kutusunun içinde yer alan seramik disk ile yapılır. DIAGNOdent pen seramik disk üzerine 90° açı

yapacak şekilde vertikal olarak yerleştirilir. Seramik diskte yer alan referans değeri ekranda görüldüğünde kalibrasyon işlemi tamamlanmış olur ( $\pm 3$ ). Eğer farklı bir değer çıkıyorsa uygun referans değeri ayarlanıp tekrar kalibrasyon yapılır (Şekil 2.7) .



Şekil 2.7 DIAGNOdent pen cihazının kalibrasyonu

DIAGNOdent pen hastaya uygulanmadan önce ölçüm yapılacak dişler temizlenmeli ve kurutulmalıdır. Diş taşı, renklenmiş dişler, gıda artıkları, proflaksi pastaları, remineralize çürük, kompozit ve fissür örtücü varlığında yanlış pozitif değerler çıkabilir. Daha sonra uygun uç diş yüzeyine basınç uygulamadan hafifçe yerleştirilir. Işığın tüm yüzeylere ulaşabilmesi için ileri, geri ve rotasyon hareketleri yaptırılır. Ekranda 0-99 arasında değişen değerler ortaya çıkar ve değer yükseldikçe artan ses ölçümü yapan kişinin floresans yoğunluğunu tespit etmesini sağlar. Uç diş yüzeyinde gezindikçe anlık değerler değişir fakat ulaştığı en yüksek değer olan tepe değeri sabit kalır. Üretici firmanın okluzal çürükler için önerdiği skala aşağıdaki gibidir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 DIAGNOdent pen cihazı için üretici firma tarafından önerilen skala

<b>DIAGNOdent pen değeri</b>	<b>Çürük durumu</b>
0-12	Sağlıklı diş yüzeyi
13-24	Başlangıç demineralizasyon
>25	Güçlü demineralizasyon



Sağlıklı diş yüzeyi için önerilen tedavi standart proflaksi prosedürlerinin uygulanmasıdır. Başlangıç demineralizasyon durumunda yoğun proflaksi işlemleri, lokal antibakteriyel uygulamalar ve takip yapılır. Güçlü demineralizasyon varlığında ise profesyonel diş temizliği, minimal invaziv tedavi uygulanması önerilir.

### **DIAGNOdent Pen ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Lussi ve Hellwig [13] DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen'i kullanarak 119 dişin okluzal yüzeylerini 2 gözlemci ile in vitro koşullarda değerlendirmişler ve çalışmanın sonucunda istatistiksel olarak cihazların aralarında belirgin bir farklılık bulamamışlardır. DIAGNOdent pen' in okluzal çürük teşhisi için uygun bir cihaz olduğunu belirtmişlerdir.

Lussi ve ark. [123] 75 adet molar dişin aproksimal yüzeylerini bitewing radyografi ve DIAGNOdent pen kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak lazer floresans sistemin, bitewing radyografiden daha iyi sonuç gösterdiğini ve aproksimal çürüklerin teşhisinde etkin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Aljehani ve ark. [124] 52 adet premolar dişi DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen çürük teşhis cihazlarını kullanarak iki gözlemci ile değerlendirmişler ve sonuç olarak DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen cihazlarının benzer performans gösterdiğini bulmuşlardır.

Kühnisch ve ark. [125] gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumu araştırdığı çalışmalarında 241 okluzal yüzeyi DIAGNOdent pen kullanarak 2 diş hekimi ve 2 diş hekimliği öğrencisi ile değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak gözlemciler arası uyum açısından belirgin bir farklılık bulmamışlar ve yanlış pozitif cevaplardan kaçınmak için DIAGNOdent pen cihazının görsel ve radyografik olarak desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Rodrigues ve ark. [12] iki gözlemci ile 190 adet molar dişin okluzal yüzeylerini floresans bazlı metotlar, radyografik değerlendirmeler ve ICDAS II kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak DIAGNOdent pen, floresans kamera ve ICDAS II' nin iyi sensitivite gösterdiğini ve DIAGNOdent ve bitewing radyografinin iyi spesifisite gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca okluzal yüzey çürüklerin teşhisi için bitewing radyografi ile birleştirilmiş ICDAS II' nin en iyi performans gösterdiği belirtmişlerdir.

Huth ve ark. [122] okluzal çürüğü bulunan 120 dişte farklı çürük derinliklerinin ayrımını yapabilmek için DIAGNOdent pen kullanmışlardır ve cihazın farklı derinlikteki çürüklerde ayırım yapabilme performansının orta dereceden çok iyi dereceye kadar değiştiğini bulmuşlardır. Cihazın çürük teşhisi için yardımcı bir araç olarak kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Rodrigues ve ark. [126] DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen cihazlarının okluzal yüzeylerdeki performanslarına PVC kaplamanın etkisini 190 adet daimi molar dişi 2 gözlemci ile inceleyerek değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak PVC kaplamanın cihazların sensitivite ve doğruluk performanslarını etkilediğini fakat klinik pratikte çapraz kontaminasyon oluşturmamak için kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Novaes ve ark. [127] aproksimal çürüklerde görsel muayene, bitewing radyografi, lazer floresans yöntemlerinin performansını değerlendirmişler ve kullanımı esnasında rahatsızlık bildiren çocukların performansa etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak radyografi ve DIAGNOdent pen' in süt dişi aproksimal çürüklerin teşhisinde benzer sonuçlar gösterdiğini ve rahatsızlık belirten çocuklarda yanlış pozitif veya negatif sonuçlar çıktığından bu durumun yöntemlerin performanslarını etkilediğini belirtmişlerdir.

Huth ve ark. [128] 117 adet daimi molar dişin aproksimal yüzeylerinde DIAGNOdent pen kullanarak cihazın etkinliğini in vivo şartlarda araştırmışlardır ve sonuç olarak bu cihazın klinikte yardımcı olarak kullanılabilirliği bildirmişlerdir.

Matos ve ark. [79] floresans bazlı metotların klinik performansını araştırmak amacıyla 407 süt dişinin okluzal yüzeyini 2 gözlemci ile görsel inceleme, radyografi, DIAGNOdent pen ve floresans kamera kullanarak değerlendirmişler ve sonuç olarak süt dişlerinin okluzal dentin çürüklerin tespitinde floresans bazlı metotların benzer performans gösterdiklerini bulmuşlardır.

De Benedetto ve ark. [129] 129 adet süt molar dişin düz ve okluzal yüzey çürük lezyonlarını 2 gözlemci ile DIAGNOdent, DIAGNOdent pen, VistaProof kamera kullanarak değerlendirmişler ve yöntemlerin güvenilirliklerini karşılaştırmışlardır. Floresans kamera okluzal ve düz yüzeyler için yüksek güvenilirlik göstermiş ayrıca uzun süre hava ile kurutma floresans kamera ölçümlerini artırmıştır [129].

Rodrigues ve ark. [130] 2 gözlemci ile 97 adet daimi molar dişin okluzal çürüklerini LED, DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen cihazlarını kullanarak

değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak lazer floresans cihazların geleneksel metotlara göre tekrarlanabilirlik ve doğruluk açısından daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır.

Jablonski – Momeni ve ark. [131] tek veya çoklu okluzal lezyonların floresans metotlar kullanarak değerlendirilmesinin diagnostik doğruluğa etkisini araştırmışlar ve 36 adet daimi dişi 2 gözlemci ile DIAGNOdent pen ve Vistaproof kamera kullanarak incelemişlerdir. Sonuç olarak DIAGNOdent pen ve floresans kamera için kabul edilebilir düzeyde diagnostik doğruluk gösterdiğini bulmuşlar ve cihazların bir dişteki aralıklı çoklu lezyonlara uygulanabildiğini, yandaki lezyonun görüntüsünden etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Seremidi ve ark. [132] daimi dişlerdeki okluzal çürüklerin değerlendirilmesinde DIAGNOdent pen, VistaProof ve görsel muayeneyi, 41 okluzal yüzey üzerinde 107 bölgeyi inceleyerek karşılaştırmışlardır ve sonuç olarak floresans cihazlar arasında istatistiksel olarak belirgin bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Kaviteasyon oluşmamış çürük lezyonların teşhisi için floresans tekniklerin görsel muayeneden daha iyi olmadığını ileri sürmüşlerdir.

Novaes ve ark. [133] 77 süt molar dişin okluzal yüzeyindeki 113 bölgeyi DIAGNOdent, DIAGNOdent pen, VistaProof, radyografi ve ICDAS kullanarak 2 gözlemci ile incelenmişler ve sonuç olarak süt dişleri okluzal çürüklerinin teşhisinde geleneksel ve floresans bazlı metotların benzer performans gösterdiğini bulmalarına rağmen görsel muayenenin klinik pratik için tek başına yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Bittar ve ark. [134] süt dişi çürük lezyonlarının teşhisinde DIAGNOdent pen' in performansına nem ve plak varlığının etkisini incelemişler ve sonuç olarak nem varlığının DIAGNOdent pen' in performansını etkilemediğini fakat plak varlığının belirgin bir şekilde etkilediğini belirtmişlerdir.

Matos ve ark. [135] okluzal çürük lezyonların incelenmesinde DIAGNOdent pen cihazının performansına çapraz enfeksiyon kontrol metotlarının etkisini araştırmışlar ve çalışmanın sonucunda DIAGNOdent' in performansının otoklav ve PVC kaplama ile etkilenmediğini, bu yöntemlerin çapraz enfeksiyonu önlemek için kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Achilleos ve ark. [136] başlangıç okluzal çürüklerin teşhisinde VistaProof ve DIAGNOdent pen' in performansını incelemişler ve sonuç olarak her iki cihazında başlangıç çürüklerinin teşhisinde benzer ve iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır.

Cınar ve ark. [137] 44 adet süt molar dişin okluzal yüzeyini bitewing radyograf, görsel inceleme, DIAGNOdent, DIAGNOdent pen kullanarak 2 gözlemci ile değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak DIAGNOdent pen' in DIAGNOdent' den daha iyi performans gösterdiğini ayrıca görsel inceleme ve DIAGNOdent pen' in süt dişi okluzal çürüklerin teşhisinde yeterli görüldüğünü belirtmişlerdir.

Sinanoglu ve ark. [138] 217 adet posterior dişin okluzal yüzeylerini görsel ve radyografik muayene ile DIAGNOdent pen kullanarak 2 gözlemci ile in vivo koşullarda değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak DIAGNOdent pen' in daimi dişlerin okluzal dentin çürüklerinin teşhisi için faydalı bir araç olduğunu ve diğer geleneksel metotlarla birlikte kullanımıyla cihazın güvenilirliğinin geliştirebileceğini belirtmişlerdir.

Oztürk ve ark. [139] 121 daimi posterior dişin kavite oluşmamış okluzal çürüklerinin teşhisinde görsel inceleme, radyografi, bilgisayarlı tomografi ve DIAGNOdent pen' in performanslarını karşılaştırmışlar ve bilgisayarlı tomografinin tüm diğer metotlardan daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır.

### 2.3.2.5.3 SoproLife Kamera

SoproLife yüksek büyütme ve ağız içi kamerayla birlikte görsel inceleme metodunun (yüksek spesifisite) ve lazer floresans cihazının (yüksek güvenilirlik) avantajlarını birlikte sunan bir sistemdir (Şekil 2.8) [16].



Şekil 2.8 SoproLife kameranın önden ve arkadan görünüşü

SoproLife kamera Fransa' nın Marsilya Akdeniz Üniversitesi Restoratif Diş Hekimliği bölümünde geliştirilmiştir. Ürünün patentini Sopro-Acteon Imaging in La Ciotat firması almıştır. Bu sistemde ışın bandıyla (450 nm dalga boyunda 20 nm band genişliğinde) diş yüzeyini aydınlatan LED (light-emitted diod) kamera kullanılır bu sayede aydınlatılan dişin otofloresans görüntüsü ile anatomik görüntüsü birleştirilir.

SoproLife kamera ikinci bir frekans bandında floresans görüntü üretirken birinci frekans bandından devamlı ışığa maruz bırakılan biyolojik dokunun yapısını, densitesini veya kimyasal kompozisyon farklılıklarını lokalize edip inceleyebilir. Kamera tamamlayıcı renk filtreleri ile kaplanmış mozaik pikseller içeren görüntü sensöründen (0.25 inç CCD sensör) oluşur. Toplanan bilgiler her bir pikselden alınan enerji ile dişin görüntüsünün elde edilmesini sağlar. Floresans görüntülerin özgülüğünü vurgulamak için dişin daha az veya daha çok zarar görmüş yüzeyi ile uyumlu olarak floresans sinyaller güçlendirilmiştir. Sinyallerin dalga boyu yüzey altındaki kimyasal kompozisyona ve densiteye göre çeşitlilik gösterir ve herhangi bir çürük doku, aynı dokunun sağlıklı bölgesindeki otofloresans farkına göre teşhis edilir [16].

Kamera dişin görsel incelenmesinden 50 kat daha fazla büyütme sağlar. 3 farklı kullanım modu vardır, bunlar Daylight mod, diagnostik mod ve tedavi modudur.

Daylight modunda 4 tane beyaz LED ışığı, mavi floresans modu da denilen diagnostik ve tedavi modunda ise 4 tane mavi LED ışığı (450 nm) kullanılır. Yoğun mavi ışık diş yüzeyine uygulanır ve sağlıklı diş dokusundan yeşil floresans olarak yansır. Ortaya çıkan kırmızı floresans ise çürük lezyonundaki oral bakterilerin metabolitleri ve porfirinden kaynaklanır [140, 141].

SoproLife kamera kullanılarak çürük lezyonların erken aşamalarını sınıflandırmak amacı ile araştırmacılar yeni bir skala geliştirmişlerdir. Okluzal fissürler için SoproLife daylight ve SoproLife floresans mod resimleri kod 0' dan kod 5' e kadar değişen 6 farklı grup içerisinde kategorize edilmiştir. Lezyonun boyutu temeline dayanan kategorizasyon lezyonun görüntüsüne göre ICDAS II kodlarından bağımsız olarak oluşturulmuştur. Çürük lezyonun ilerleyişi ile tutarlı olacak şekilde fissürlerde renk değişikliği, mine yapısında pürüzlülük, minede kayıp ve son olarak görünür dentini tanımlar. Böylece kaviteyonlu veya kaviteyonsuz lezyonlar ile bu lezyonların gelişim seviyeleri sınıflandırılmış olur [141].

Koronal çürükler için daylight mod kodları aşağıdaki gibidir.

**Kod 0** = Fissür alanlarda hiçbir değişiklik olmayan sağlam mine vardır.

**Kod 1** = Fissürün merkezinde minede beyazımsı veya hafif sarımsı değişiklikler gösterir. Değişiklikler pit ve fissürlerin tabanı ile sınırlıdır.

**Kod 2** = Beyazımsı değişiklikler genişler, pit ve fissürlerin tabanından yayılır ve cuspların doğrultusunda fissürlerin duvarlarına kadar gelir. Minede herhangi bir kayıp olmaksızın beyazımsı değişiklikler pit ve fissürlerin tamamında veya bir parçasında görülebilir.

**Kod 3** = Fissürler pürüzlü ve hafifçe açılmış olup minede hafif bir kaybın başlangıcı tanımlanmıştır. Değişiklikler fissürlerle sınırlıdır ve dentine ilerlemenin görsel bir belirtisi yoktur.

**Kod 4** = Çürük lezyonun ilerleyişi fissür derinliği ile sınırlanmamış olup fissürlerden daha geniş bir görüntü verir. Değişiklikler 'mother of pearl' olarak adlandırılan parlak bir yapı gösterir.

**Kod 5** = Belirgin bir mine kaybı ile birlikte gözle görülür dentin vardır.

Koronal çürükler için mavi floresans mod kodları aşağıdaki gibidir.

**Kod 0** = Mine parlak yeşil görünür, minenin sağlam görüntüsünü bozacak herhangi bir değişiklik yoktur. Çok nadir grafit kalem ucu gibi ince parlak bir çizgi görülebilir.

**Kod 1** = Fissürlerde ince, titrek kırmızı ışık vardır fakat belirgin, görülebilir kırmızı bir nokta yoktur.

**Kod 2** = Pit ve fissürlerde ince, küçük, titrek kırmızı ışığın yanı sıra koyu kırmızı noktalar da görülür.

**Kod 3** = Koyu kırmızı alanlar fissürlerden genişlemiştir fakat sadece fissürleri içerir. Kırmızı çizgi alanlarında hafif başlangıç pürüzlülükleri izlenebilir.

**Kod 4** = Koyu kırmızı (turuncu-kırmızı) ışık fissürlerden daha fazla genişlemiştir.

**Kod 5** = Yüzey pürüzlülüğü ortaya çıkar ve gri zonlar görülür. Minedeki kayıp sonucu dentin gözle görülebilir.

SoproLife kamera ile elde edilen görüntüler büyük LCD ekranda incelenebilir ve özel yazılım programı (Sopro Imaging Software Life Mode) kullanılarak bilgisayara kaydedilebilir. Bu sayede görüntüler arasında karşılaştırma yapılabilir ve lezyonun zaman içerisinde ilerleyişi değerlendirilebilir [142].

SoproLife kamera sistemi LIFEDT (light induced fluorescence evaluator for diagnosis and treatment) konsepti ile çalışır. Bu konsept intraoral kameradan toplanan klinik bilgileri karar verme diyagramını kullanarak birleştirmeyi amaçlar ve çürük için uluslararası tavsiyeleri göz önünde bulundurur. Prensipleri şu şekildedir [16, 17, 142].

1. İlgili dişin okluzal yüzeyi iyice temizlenir.
2. Diş yüksek seviye büyütme altında daylight veya floresans modunda incelenir.
3. Mine veya dentinden yansıyan ışıpta herhangi bir modifikasyonun varlığı sağlıklı doku ile karşılaştırılarak not edilir.
4. Klinik kararlar nümerik değerlerle verilmez fakat sistem görsel incelemeyi geliştirir ve karar vermeye yardımcı olur.

### **SoproLife Kamera Kullanılarak Yapılan Çalışmalar**

Terrer ve ark. [17] SoproLife kamera ile dentinde aktif ve durmuş çürükleri değerlendirmiş ve aktif ve durmuş çürük arasında belirgin bir floresans farklılık olduğunu ve cihazın klinisyenlere rutinde yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir.

Gugnani ve ark. [143] yaptıkları olgu sunumunda sadece infekte olmuş dentini kaldırma açısından floresans destekli çürük kaldırma (FACE) tekniğini geleneksel kavite preperasyonuna göre daha faydalı bulmuşlar ve LIFEDT konseptle çalışan SoproLife kamera sisteminin kavite preperasyonu esnasında klinisyene yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir.

Rechmann ve ark. [141] 433 daimi dişin okluzal yüzeylerinde DIAGNOdent, ICDAS II, Spectra Caries Detection AID ve SoproLife kameranın daylight ve mavi floresans modunu değerlendirmişler ve sonuç olarak daylight modunun mavi floresans moduna göre daha iyi sonuçlar verdiğini ve SoproLife kameranın Spectra Caries Detection AID ve DIAGNOdent ile karşılaştırıldığında en iyi skorları verdiğini bulmuşlardır.

Panayatov ve ark. [144] çürük dentinden yansıyan kırmızı floresansın kaynağını araştırdıkları çalışmalarında SoproLife kameranın dentindeki floresans farklılıkların kaynağını belirlemek için önemli bir bilgi sunduğunu bildirmişlerdir.

Erol ve ark. [145] yaptıkları bir olgu sunumunda SoproLife kameranın enfekte olmuş dentini etkilenmiş dentinden ayırt etmede başarılı olduğunu bulmuşlardır.

Zeitouny ve ark. [146] 219 daimi posterior dişin okluzal yüzeylerini inceledikleri çalışmalarında SoproLife kamera' nın mavi floresans modunun ICDAS II' ye göre daha yüksek sensitivite ve spesifisite gösterdiğini bulmuşlar ve SoproLife kameranın okluzal çürük teşhisinde güvenilir bir cihaz olarak kullanılabileceğini söylemişlerdir.

Theocharopoulou ve ark. [147] 37 dişin okluzal yüzeyini ICDAS, DIAGNOdent Pen ve SoproLife kamera kullanarak değerlendirmişler ve sonuç olarak ICDAS' ın tatmin edici verdiğini fakat DIAGNOdent pen ve SoproLife kameranın erken dönem çürüklerin teşhisine iyi katkı yapmadıklarını belirtmişlerdir.

#### **2.3.2.5.4 VistaProof**

Kullanımda olan bir diğer ağız içi kamera VistaProof' dur ( Dürr Dental, Bietingheim-Bissingen, Almanya). Diğer floresans teknikle çalışan aletlerde olduğu gibi çürük dokudaki artan floresans prensibini kullanır fakat farklı bir dalga boyu ile çalışır. 405 nm dalga boyunda ışık yayan 6 adet mavi GaN- LED' lerden oluşur. Mor ışık diş yüzeyine uygulanır ardından yansıyan ışık dijital görüntü olarak yakalanır. Yansıyan ışık 495 nm altındaki ışık için filtrelenir ve 510 nm de normal dişin yeşil floresansının yanı sıra 680 nm de çürük dişin kırmızı floresansını da içerir. 720×576 piksel, 3×8 bit RGB renk derinliği ve çözünürlüğü 72 piksel/inch olan bir görüntü oluşur. Bu görüntüleri analiz etmek için VistaProof kamera da DBSWIN adı verilen özel bir yazılım kullanılır. Bu yazılım sayesinde görüntüleri analiz etmek ve kırmızı ve yeşil floresans yoğunluk oranlarını sayısal değerlere çevirmek mümkündür. Bu sayısal değerler aşağıdaki gibi yorumlanır [148].

0-1 = sağlıklı diş yüzeyi

1-1,5 = başlangıç mine demineralizasyonu

1,5-2 = derin mine çürüğü

2-2,5 = dentin çürüğü



2,5-3 = derin dentin çürüğü

Geliştirilmiş versiyonu VistaCam (Classic, CLand IX) 2011 yılında piyasaya sürülmüştür. Yeni versiyonunda çıkarılabilir kamera başlığı, wireless ve bir ışık fonksiyonu eklenmiştir [142].

Her iki kameranın da avantajı bilgileri dijitalize edebilir ve saklayabilir olmasıdır. Bu durum hasta ile iletişime geçilerek tedavi planının daha etkin olmasını ve başlangıç çürüklerinin uzun dönem takibini sağlayabilir.

Sistemin dezavantajı ise yazılım ve donanım gerektirmesidir. Cihazın ve programın önceden kurulması gerekmektedir, bu yüzden her yerde kullanılamaz ve ayrıca ara yüz bölgeleri için kullanımı uygun değildir [149].

### **2.3.2.5.5 LED Teknoloji (Midwest I.D.)**

LED teknoloji çürük teşhisi için son zamanlarda geliştirilen bir yöntemdir. Bu yöntemle çalışan Midwest I.D. DENTSPLAY Professional (York, PA, USA) firması tarafından piyasaya sürülmüştür. El cihazı 635-880 nm dalga boyunda LED ışık yayar. Sağlıklı diş demineralize olmuş dişe göre daha translüsenttir, böylece demineralize dişle sağlıklı diş arasında optik görüntü farklılığı oluşur. Yansıyan ışık fiber optik tarafından yakalanır, analiz için elektrik sinyallerine dönüştürülür. Sağlıklı ve demineralize diş arasında değişen optik sinyalleri ayırt etmek için bilgisayar destekli algoritma ve mikro işlemci kullanılır. Işığın yeşilden kırmızıya dönüşmesi ve sinyal sesinin yükselmesi çürük varlığını gösterir [150].

Kolay kullanılır olması, objektif bir değerlendirme sunması, elle taşınabilir olması okluzal ve aproksimal çürüklerin değerlendirilmesinde kullanılması avantajları arasındadır [107].

### **2.3.2.6 Kızılötesine Yakın Işıklı Görüntüleme (NIR)**

Çürük lezyonu görülebilen aralıktaki dalga boyundaki ışıkla değerlendirilebilir fakat 400- 700 nm dalga boyu ışıkla diş yapısının 2mm' den fazlasını görüntülemek zordur. Bu nedenle görünür ışık kullanan QLF (>520) , LF (>655) , DIFOTI gibi metotlarla derin dokularda tanı sınırlıdır. NIR (near infrared range) teknolojisi ile 780-1550 nm dalga boyunda ışık kullanılır, böylece ışık daha derine penetre olabilir.

NIR görüntüleme sistemi tüm okluzal yüzeyin görüntülenmesine elverişli olup pigmentasyon, leke ve florozis gibi aldatıcı etkenleri ortadan kaldırarak demineralizasyon bölgelerini belirginleştirir [151].

### **2.3.2.6.1 Optik Koherans Tomografisi (OCT)**

OCT (Lantis Laser, Denville, NJ, USA) biyolojik yapının kesitsel görüntüsünü oluşturan bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemle yüksek penetrasyon özelliğine sahip 840-1310 nm dalga boyunda ışık kullanılır fakat bu optik sistem dokularda tahribat yaratmaz [152].

Polarized sensitive OCT (PC-OCT)' de ilave bir araç kullanılarak çürük lezyonlarının ayırt edilmesi kolaylaştırılmıştır. Dişteki demineralize bölgeler saçılma kaynaklı depolarizasyon sebebiyle yansıyan sinyallerde büyük yükselmelere neden olmaktadır (dikey polarizasyon). Demineralizasyon ve remineralizasyonun görüntülenmesine imkan sağlayan bu yöntem genellikle düz yüzeylerde kullanılmıştır [153].

NIR ışığı diş eti çizgisinin üzerinden girer ve dentinde tamamen dağılır. Dağılan ışık yukarı okluzal yüzeye doğru yönelir. Kron minesini 1310 nm dalga boyunda transparan görünür. Herhangi bir demineralizasyonun dağılan ışığın zayıflamasına yol açar, bu durumda daha az transparanlıkla sonuçlanır ve demineralizasyon bölgeleri karanlık görünür. Bu azalan ışık sayesinde çürük lezyonu sağlıklı dokudan ayırt edilebilir [151]. Aşağıdaki kriterler kullanılarak lezyonun derinliği değerlendirilebilir.

0 = Çürük yok. OCT sinyalleri aynı seviyede normal mine şeklindedir, mine yüzeyinde kayıp görünmez.

1 = Yüzeysel mine demineralizasyonu. OCT sinyalleri mine kalınlığı boyunca artmıştır fakat mine yüzeyinde kayıp görülmez.

2 = Çürükten kaynaklı minede kayıp. Okluzal fissürlerde mine yüzeyinin bütünlüğü bozulmuştur, OCT sinyalleri yoğunlaşmıştır fakat mine kalınlığı ile sınırlıdır.

3 = Dentin çürüğü. Mine kaybı olsun veya olmasın mine dentin birleşiminin ötesinde yoğunlaşmış OCT sinyalleri vardır [83, 154, 155].

NIR ışığı transparan kron minesinin altına düzenli bir şekilde iletildiğinden okluzal çürüklerin teşhisi için kullanılır ve yüzey altı lezyonlarının tespiti sağlanır. Radyografi ve görsel muayene gibi geleneksel yöntemlerle teşhis edilemeyen çürükler için NIR teknolojisinin kullanılabilmesi gösterilmiştir. Aynı zamanda florozis, pigmentasyon, lekelenme gibi durumlar çürüğün görüntülenmesinde önemli bir engel teşkil etmemektedir. Cihazın kullanımındaki en önemli problem görüntüleme teknolojisinin maliyetidir [151].

### **2.3.2.7 Elektriksel İletkenlik Ölçüm Yöntemi**

Elektrik iletkenlik ölçümünün çürük teşhisinde kullanılması fikri ilk olarak Magitot tarafından 1878 yılında önerilmiştir. Bu yöntem sağlam ve çürük diş dokuları arasındaki elektrik iletkenlik farklılığı esasına dayanır. Sağlam mine yüzeyi yüksek oranda inorganik içeriğine bağlı olarak çok sınırlı iletkenliğe sahip veya hiç iletken değilken demineralizasyonla birlikte minenin ağız sıvılarına geçirgenliği artar ve elektrik akımına karşı direnci düşer. Sağlam dentin dokusu ise içerisinde çok fazla dentin tübülü ve bu tübüllerin dentin sıvısı ile dolu olması sebebiyle iletkenlidir [156].

Elektriksel iletkenlik farklılığı prensibiyle çalışan cihazların ortak özelliği ölçümü, fissüre yerleştirilen bir prob, yüksek iletkenliğe sahip diş eti ve deri gibi bir bölgeye bağlanmış konektör yardımıyla yapar [65]. Bunlardan ilki Caries Meter L' dir. Bu cihazda akım 4 renkli ışık ile anlamlandırılmıştır. Yeşil renk= çürük yok, sarı renk= mine çürüğü, turuncu renk= dentin çürüğü, kırmızı renk= pulpayı ulaştıran çürük olarak değerlendirilir. Vanguard çürük detektöründe ise akım 0-9 arası rakamlarla ifade edilmektedir. Polarizasyonun önlenmesi amacıyla her iki sistemde de düşük frekanslı alternatif akım kullanılmıştır. Vanguard sisteminde yüzey iletkenliğinin engellenmesi için nem ve tükürüğün uzaklaştırılmasında sürekli bir hava akımı kullanılmıştır. Caries Meter L'de ise iyi bir elektriksel kontak sağlamak ve tükürüğün etkisini en aza indirmek için diş yüzeyi salin solüsyonu ile nemlendirilmiştir [110, 156]. Fakat bu cihazlar günümüzde kullanılmamakta olup yerine elektronik çürük monitörü geliştirilmiştir.

#### **2.3.2.7.1 Elektronik Çürük Monitörü (ECM)**

Çürük teşhisinde elektriksel iletkenlik kullanımı ilk olarak 1951 yılında Pincus tarafından ortaya konulmuştur [157]. ECM'de dişin hacimsel direncini ölçmeye yönelik

sabit frekanslı sabit bir akım bulunur (23 Hz). Vanguard çürük detektöründen farklı olarak Ohm cinsinden hava akım hacim kontrolü, ölçüm skalası ve farklı ölçüm seçenekleri bulundurulur. ECM 3 farklı prosedür ile ölçüm yapmaktadır.

1. **Vanguard Prosedürü:** Bu prosedüre göre ölçüm yapılacak yüzey cihazın ölçüm probunun ucundaki ayrı bir kanaldan çıkan 7,5 litre/dakika hava akımı ile kurutulur. 3 sn süren ölçümün sonucu dijital ekranda okunur.
2. **Sürekli Ölçüm Prosedürü:** Bu prosedürde hava akımı uygulanmadan dış yüzeyi hem ıslak hem de kuru halde ölçülebilir. Kuru ölçüm yapılmak istenirse hava su spreyi kullanılır.
3. **Standart ECM Prosedürü:** Bu prosedürde dış yüzeyi probun ucundaki ayrı bir kanaldan çıkan 5 litre/dakika hava akımı ile kurutulur, ölçüm yaklaşık 5 sn sürer. Aygıttan gelen ses ölçümün bittiğini haber verir ve elde edilen değer monitörde görüntülenir [158].

Sağlıklı ve çürük dokulardaki elektriksel iletkenliğin farklılığı esasına dayanan bu cihazda elektriksel ölçümleri etkileyen faktörler vardır [158].

- A) **Pörözite:** Maturasyon, florozis ve hipomineralizasyon gibi kavramlarla ortaya çıkan pörözite elektriksel tekniklerde oldukça önemlidir. Erüpsiyondan sonra bireyler arasında maturasyon farklılıkları ve farklılıkların zamanla azalması, florozisli dişlerin artmış pöröz yapıları ECM ile belirlenebilmektedir.
- B) **Yüzey Alanı:** Diş ile elektronun temasta olduğu yüzey alanı elektriksel ölçümler için önemlidir. Noktasal veya yüzeysel olarak temas eden elektrotlar farklı değerler üretirler.
- C) **Dokunun Kalınlığı:** Fissürlerdeki mine kalınlığına ait çeşitlilikler ölçümü etkilemektedir.
- D) **Minenin Hidrasyonu:** ECM kullanımından önce dişlerin dehidrate olmasının sonuçları etkileyeceği belirtilmiştir.
- E) **Sıcaklık:** Ölçüm yapılan dişin sıcaklığının elektriksel değeri etkilediği gösterilmiştir [14].
- F) **Dokular İçindeki Sıvıların İyon Konsantrasyonu:** Etkilediği düşünülmektedir fakat bu konu ile ilgili fazla çalışma bulunmamaktadır [158].

ECM' nin okluzal yüzeylerdeki çürüklerin tanısı açısından duyarlılığının yüksek ayırtıcılığının düşük olduğu bu durumda bir çok dişe gereksiz yere restorasyon yapılmasına neden olacağı rapor edilmiştir [159]. Süt ve daimi dişlerde kullanılabilen bu sistem hasta için güvenlidir, ağrısızdır, kullanımı ile hastanın X ışınlarından korunması sağlanabilir. En önemli dezavantajı ise ara yüz çürüklerinde kullanımının sınırlı olmasıdır.

### 2.3.2.7.2 CarieScan PRO

Bu cihaz ECM' den farklı olarak Alternating Current Impedance Spektroskopy (ACIST) tekniği ile çalışır. Bu teknikte incelenen materyalin empedansı, indikatör içeren eşdeğer devrenin resistör ve kondansatörünün paralel bir kombinasyonu ile temsil edilir (Şekil 2.9) [160].



Şekil 2 9 CariesScan PRO cihazı

CariesScan PRO (Dundee, İskoçya) bu tekniğin geçerli tek örneğidir. ACIST olarak bilinen tekniğini kullanan bu proaktif cihaz çürükleri diğer metotlardan daha erken tanımlayabilir. Bu sayede zamanında koruyucu ve restoratif tedavi yapılmasına izin verir. Gizli çürüklerin erken teşhisini ve izlenmesini sağlayan yenilikçi dental cihaz elde taşınır ve Dundee ve St Andrews Üniversitelerinde geliştirilen cihaz radyasyon riski içermeyen X ışınlarına alternatif olabilecek şekilde güvenilirdir. İncelenen alana gönderilen küçük bir elektrik akımı dişin mineral densitesini ölçerek dişin demineralizasyon/remineralizasyon durumunu ortaya koyabilir [15].

Hasta için iyi bir şekilde dizayn edilmiş olup ağrı ve hassasiyete sebep olmaz ve ilgili alanda kısa süre içerisinde ölçümü gerçekleştirir. Tel kıllardan oluşan sensör ucu dişin birden fazla alandan okuma elde edilmesini sağlar. Ölçüm yapılan alana yavaşça değdirilir ve renklerle desteklenen nümerik rakamlar ekranda görünür. Cihaz her hasta için otomatik olarak kalibre olur. Setin içinde sensörler, aksesuarlar, dudak klibi, adaptör, güç yükleyici ünit ve kollar bulunmaktadır (Şekil 2.10). Çürük teşhisi yapabilmek için dudak klibinin elektrik akımını tamamlaması amacıyla yerleştirilmesi gerekmektedir. Diş yüzeyi nemi ortadan kaldırmak amacıyla hava ile kurutulmalıdır. CarieScan PRO cihazının ucu dental çürüklerin taranması için pit ve fissürlerde gezdirilir. Sensörün ucu uygulamadan sonra kolayca bükülebilir, bu durum uygulama açısını ve diş yüzeyine uygulanan basıncı etkiler. Bu konudaki klinik görüş ölçümlerin tutarlılığı için sensörün diş yüzeyine basınçla uygulanmamasıdır [15].

Küçük alternatif elektrik sinyalinin uygulanmasıyla hastanın anlayamayacağı düşük voltajlı bir akım dişe gönderilir ve sensörün cevabı görüntülenir. Sonuçlar 0-100 arasında nümerik değerlerle LCD ekranda görüntülenir. Renk kodları ise hekime çürük lezyonun derinliğini değerlendirme olanağı sağlar. Uygulanan sinyalin frekanslarının değişmesiyle dişin fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilgili öngörüler sağlayan bir spektrum elde edilir. Ayrıca 0-100 arasında değişen skalanın sınıflandırılması, düşük, orta ve yüksek gibi kategorilerle basitleştirilerek hekime tedavi ve müdahale desteği sağlar. Elde edilen sonuçların yorumlanması için üretici firmanın sunduğu değerlere uygun tedavi seçenekleri tablodaki gibidir (Çizelge 2.3).



Şekil 2.10 CariesScan PRO cihazının dudak klipi, uçları ve renk kodları göstergesi

Çizelge 2.3 Üretici firmanın önerdiği renk kodlarına göre önerdiği tedavi seçeneği

<b>Çürük ihtimali</b>	<b>Renk kodu</b>	<b>Uygun tedavi seçeneği</b>
0	Yeşil	Sağlıklı diş yüzeyi Hastanın çürük risk faktörleri belirlenmeli ve takip edilmelidir.
1-50	Yeşil/sarı	Hafif koruyucu tedavi Oral hijyen tavsiyeleri de dahil profilaktik işlemler, floridli diş macunu kullanımı ve takip uygundur.
51-90	Sarı/turuncu	Orta derece koruyucu tedavi Florid vernikler, pit ve fissür örtücü dahil profllaktik işlemler, oral hijyen ve diyet tavsiyeleri, kısa aralıklarla takip uygundur.
91-99	Turuncu/kırmızı	Yoğun koruyucu tedavi Yoğun profllaktik işlemler ve yüksek risk grubu hasta için uygun operatif yaklaşım önerilir.
100	Kırmızı	Dentine ulaşmış çürük Operatif yaklaşım gereklidir fakat restorasyon mümkün olduğunca küçük olmalıdır.

CarieScan PRO kullanımının diğere seçeneği RemoteView yazılımıdır. Bu yazılım bluetooth aracılığıyla bilgilerin bilgisayara gönderilmesini sağlar. Klinik bir görüntü oluşmaz fakat bu yolla elde edilen bilgiler uzun süre saklanabilir ve karşılaştırma yapılabilir [161].

Bu cihaz erken dönem çürüklerin teşhisi için kullanılabilir fakat in vitro empedans ölçümleri birçok external faktörden etkilenebilir. Bunlar; elektrotun boyutu, elektrotun pozisyonu, elektrotun yüzey alanı ile kontağı, ısı değişiklikleri, saklama solüsyonun konsantrasyon değişiklikleri, dişin yapısı (mine ve dentinin kalınlığı, düzensizlikleri, minerallerin dağılımı gibi), sürme sonrası mineralizasyon, oral çevrede dişin maturasyon zamanı, dişin yaşı, renklenmenin varlığıdır. İn vivo çalışmalarda çürük teşhisi için bu cihazın non-invaziv metot olarak güvenli bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir [14, 15, 160, 162].

### **CarieScan PRO Kullanılarak Çürük Teşhisi Yapılan Araştırmalar**

Arı ve ark. [15] molar dişlerin okluzal çürüklerini ICDAS II, düşük büyütmede LED başlık, ACIS tekniği kullanarak değerlendirmişler ve ACIS tekniğinin süt dişlerinde çürük teşhisi için yardımcı bir metot olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Tery Kuo ve ark. [163] süt dişi okluzal çürüklerinde ICDAS, DIAGNOdent Pen ve CarieScan PRO' nun etkinliklerini in vivo ve in vitro koşullarda araştırmışlardır. CarieScan PRO' nun performansını ICDAS ve DIAGNOdent Pen' e göre daha zayıf bulmuşlar ve bu cihazın süt dentisyonu için uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Mortensen ve ark. [164] 100 adet kavitasyon oluşmamış molar dişi DIAGNOdent Pen ve CarieScan PRO cihazlarını kullanarak in vitro koşullarda incelemişlerdir. Sonuç olarak ACIS tekniğinin kavite oluşmamış dişlerde düşük performans gösterdiği bulmuşlardır.

Chalas ve ark. [165] 56 okluzal yüzeyi ICDAS, DIAGNOdent Pen ve CarieScan PRO kullanılarak değerlendirmiş ve yöntemlerin benzer sonuçlar gösterdiğini bulmuşlardır. Başlangıç çürüklerin teşhisinde güvenilir tek bir yöntem olmadığını, görsel yönteme ilave olarak teknolojik cihazların kullanılabilereğini ileri sürmüşlerdir.

Jablonski-Momeni ve Klein [166] okluzal dentin çürüklerinin teşhisinde in vivo ortamda ICDAS ve CarieScan PRO' nun performanslarını değerlendirmişler ve sonuç



olarak her iki metodunda okluzal yüzeylerdeki dentin çürüğünün teşhisinde iyi diagnostik performans gösterdiğini bulmuşlardır.

### **2.3.2.8 Ultrasonik görüntüleme**

Ultrasonik görüntüleme yüksek frekanslı ses dalgalarının çürük tespitinde kullanıldığı bir yöntemdir. Özellikle son 10 yıl içinde daha çok ilgi görmeye ve üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Yöntemin temel prensibi test edilecek objeye veya dokuya bir prob yardımıyla yüksek frekanslı ses dalgalarının (1-20 Mhz) uygulanması, geri dönen dalgaların prob tarafından emilip elektriksel impulslara çevrilmesi ve eko olarak hesaplanmasıdır [167]. Ultrason problemleri ses dalgalarını piezoelektrik adı verilen bir sistemle üretirler. Elektrik akımı uygulandığında kristaller hemen şekil değiştirirler. Bu şekil değişikliği titreşime ve ses dalgası oluşumuna neden olur. Bu dalgalar dokuda difüzyona, kırılmaya veya yansımaya maruz kalır. Yansıyan ses dalgaları kristallere ulaştığında bu kez elektrik akımı üretilir. Daha sonra sinyaller yükseltip işleminden geçirilir ve monitöre gönderilir. Yani kristaller hem ses dalgası oluşturmak hem de yansıyan ses dalgalarını algılamak için kullanılır. [168].

Her dokunun farklı akustik özellikleri vardır. Bu akustik özelliklerdeki değişiklikler dokuda patolojik bir durumun varlığını gösterir. Ultrasonik yöntem ile özellikle kavitasyon oluşmamış çürüklerin tanısında demineralize olmuş doku kolayca belirlenebilir. Çünkü sağlam ve çürük dokularda ses dalgalarının ilerleme zamanları farklıdır. Elde edilen değerlerle çürüğün derinliği ve lokalizasyonu hakkında bilgi sahibi olunur [167].

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızın in vivo ve in vitro bölümleri için gerekli olan etik kurul onayı, Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar ve Etik Kurulu'ndan alınmıştır (2013-04/24).

#### 3.1 Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Çalışmaya dahil edilecek dişlerin sayısı PASS (NCSS, Kaysville, UT) kullanılarak hesaplandı. Hesaplama işleminde  $\alpha= 0,05$   $\beta= 0,20$  ve  $1-\beta= 0,80$  alındığında çalışmaya 120 adet dişin alınmasına karar verildi ve testin gücü  $p= 0,817$  bulundu.

#### 3.2 Çalışmaya Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri

Cumhuriyet Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Pedodonti Kliniği' ne başvuran 9-12 yaş arası çocukların daimi diş indifasına bağlı olarak düşme zamanı gelmiş, radyografik olarak çekim endikasyonu konulmuş süt molar dişleri kullanıldı. Makroskobik olarak sağlıklı görünen, fissür renklenmesi bulunan veya okluzal yüzey bütünlüğü bozulmamış, önemsiz derecede yıkım bulunan dişler çalışmaya dahil edildi (şekil 3.1).

Okluzal yüzey dışında başka yüzeylerde çürük bulunan, daha önceden restorasyon yapılmış, dentine kadar uzanan çürüğün makroskobik işaretlerini taşıyan, florozis ve hipoplazi gösteren dişler çalışmaya dahil edilmedi.



Şekil 3.2 Çalışmaya dahil edilen örnek dişler

### **3.3 Gözlemcilerin Kalibrasyonu**

Gözlemcilerin kalibrasyonu için 100 adet çekilmiş dişte pilot bir çalışma yapıldı. Dişler çalışmada yer alan yöntemlerle değerlendirildi ve gözlemcilerin kalibrasyonu sağlandı.

### **3.4 Yöntem**

Çalışmaya dahil edilen tüm çocukların ebeveynlerine, çalışma hakkında bilgi verilip gerekli izin alındıktan ve aydınlatılmış onam formu imzalatıldıktan sonra klinik işlemlere geçilmiştir.

Çalışmada 2 farklı gözlemci 120 adet dişi radyografik muayene, görsel muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera kullanarak önce ağız içerisinde in vivo olarak, çekim yapıldıktan 2 hafta sonra in vitro olarak değerlendirdi. In vitro değerlendirmelerden 2 hafta sonra dişler tekrar değerlendirildi. Son olarak değerlendirmeleri tamamlanan dişlerden kesitler alınıp çalışmanın altın standardı kabul edilen histolojik değerlendirme gerçekleştirildi.

#### **3.4.1 In vivo Aşamaya Ait Yöntem**

##### **Radyografik Muayene**

Çalışmaya dahil edilecek hastaların seçimi esnasında süt dişlerinin düşme zamanını belirlemek amacıyla öncelikle dijital radyografiler alındı. Görüntüler 70 kVp, 8 mA özelliklere sahip X mind röntgen cihazı (Acteon, La Ciotat, France) (Şekil 3.2) ve PSP!X fosfor plaklar (Acteon, La Ciotat, France) kullanılarak elde edildi. Tüm hastalarda koruyucu önlük ve tiroid koruyucu kullanıldı. 1 no' lu film tek kullanımlık koruyucu kılıflara konularak uygun pozisyonda hastaya yerleştirildi (Şekil 3.3) ve 0.16 sn parametre ile standart şartlar altında X ışını filme dik gelecek şekilde ışınlama işlemi yapıldı. Işınlanan filmler hiç bekletilmeden PSP!X tarayıcısı (Acteon, La Ciotat, France) ile tarandı (Şekil 3.4) ve birkaç sn içinde bilgisayar ekranında çıkan görüntüler Sopro Imaging programı (Acteon, La Ciotat, France) ile kaydedildi (Şekil 3.5).



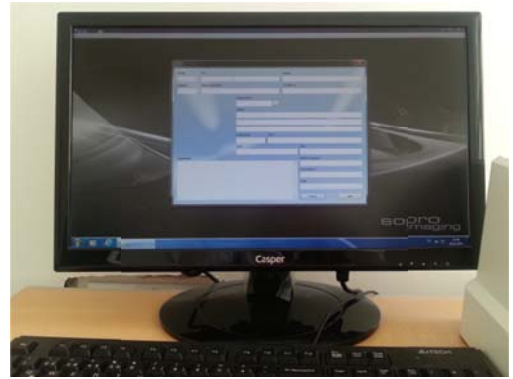
Şekil 3.3 X-Mind röntgen cihazı



Şekil 3.4 1 nolu fosfor plak ve koruyucu kılıfı



Şekil 3.5 PSP!X tarayıcısı



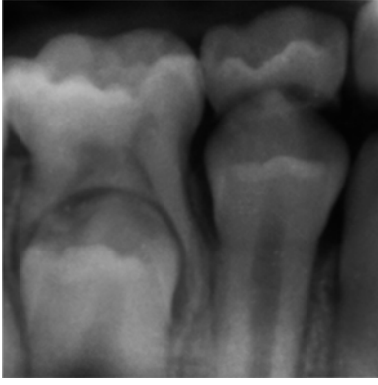
Şekil 3.6 Sopro Imaging Programı

Elde edilen görüntüler 2 gözlemci tarafından birbirlerinden bağımsız olarak Extrand ve ark. [169] kullandığı radyografik skorlama kriterleri çalışmamıza uygun olacak şekilde modifiye edilerek Çizelge 3.1’de gösterilen şekilde kullanıldı ve skorlar çalışma formlarına kaydedildi (Şekil 3.6- 3.9).

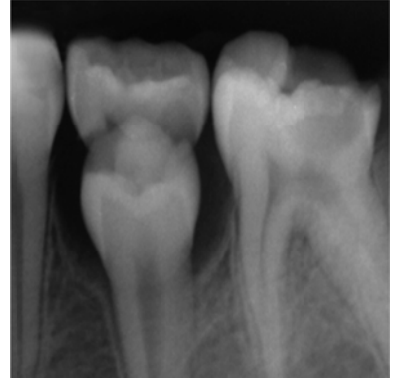
Çizelge 3.1 Radyografik skorlama kriterleri

Kodlar	Tarifi
Kod 0	Radyolüsensi yok
Kod 1	Minede radyolüsensi var
Kod 2	Dentinin dış yarısında radyolüsensi
Kod 3	Dentinin iç yarısından pulpaya kadar uzanan radyolüsensi

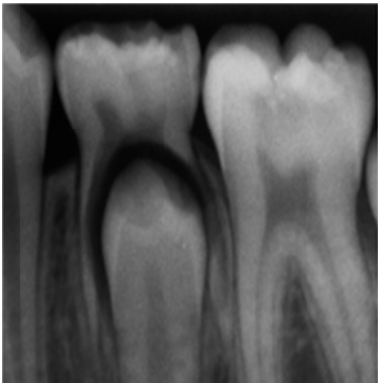
D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için sırasıyla 1 ve 2 no’ lu kodlar ayırım noktası olarak kullanıldı.



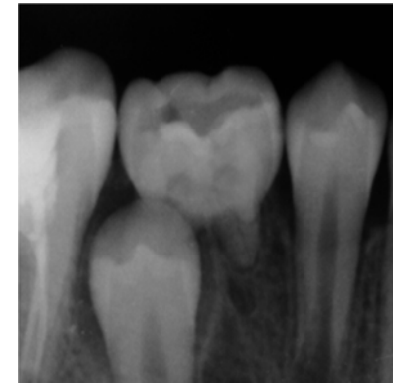
Şekil 3.7 '0' kodu verilen örnek



Şekil 3.8 '1' kodu verilen örnek



Şekil 3.9 '2' kodu verilen örnek



Şekil 3.10 '3' kodu verilen örnek

### Görsel Muayene

Çalışma kriterlerine uygunluk gösteren dişlere yüzeylerindeki plak ve renklenmeleri uzaklaştırmak amacıyla pomza kullanılmadan mikromotor ve kıl fırça yardımıyla polisaj işlemi yapıldı. Ardından dişler hava-su spreyi ile yıkanıp kurulandı. İlgili diş üzerinde değerlendirme yapılacak bölgeler belirlendi. Sond kullanmaksızın reflektör ışığı altında belirlenen bölgeler, birbirinden bağımsız 2 gözlemci tarafından ICDAS II kriterleri kullanılarak değerlendirildi [72]. Bu kodlar aşağıdaki gibidir (Şekil 3.10-3.14).

0= Sağlam yüzey

1=Minerde gözle görülen ilk değişiklik (sadece uzun süre hava ile kurutulduktan sonra görülebilen veya sadece pit ve fissürle sınırlı)

2= Minerde gözle görülebilen belirgin değişiklik

3= Lokalize mine kaybı (dentine ilerlemenin klinik işareti olmaksızın)

4= Dentinden yansıyan karanlık gölge

5= Gözle görülür dentinle birlikte belirgin kavitasyon

6= Gözle görülür dentinle birlikte geniş kavitasyon

Gözlemciler belirledikleri kodları her bir hasta için ayrı ayrı hazırlanan çalışma formlara kaydettiler.

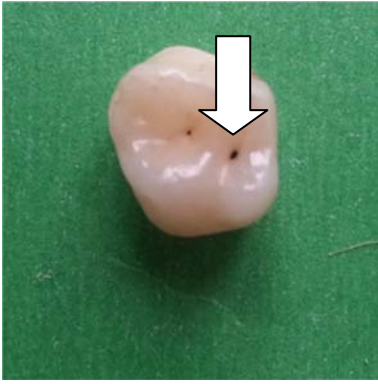
D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için (threshold point) sırasıyla ICDAS 1 ve 3 no' lu kodlar ayırım noktası olarak kullanıldı.



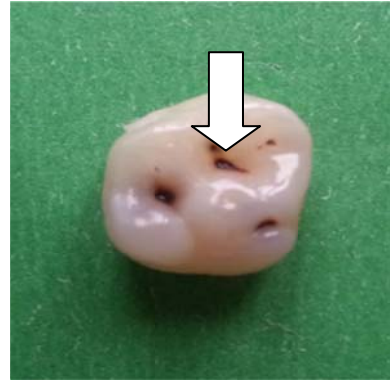
Şekil 3.11 '0' kodu verilen örnek



Şekil 3.12 '1' kodu verilen örnek



Şekil 3.13 '2' kodu verdiği örnek



Şekil 3.14 '3' kodu verilen örnek



Şekil 3.15 '4' kodu verdiği örnek

### **DIAGNOdent pen ile yapılan muayene**

Okluzal yüzeylerde kullanılmak için tasarlanmış silindirik safir uç (tip 2) cihaza yerleştirildi. Açma kapama düğmesine ekran görüntüsü ve ses gelene kadar yaklaşık 1 sn basıldı. Ekranda 2 no' lu uç seçildiğinden emin olundu. Her ölçüm öncesi kalibrasyon işlemi yapıldı. Üretici firmanın belirttiği şekilde cihazın menü tuşuna bir kez basıldı ardından kalibrasyon işareti görüldüğünde 'save' tuşuna basıldı. Cihaz kutusunun içinde bulunan seramik diske silindirik uç 90<sup>0</sup> açı ile yerleştirildi ve cihazdan gelen ses tonu kesildiğinde kalibrasyon işlemi tamamlandı. İlgili diş yıkandı, pamuk peletlerle izole edildi, ardından 5 sn boyunca hafifçe kurutuldu. Önceden belirlenmiş ölçüm yapılacak olan bölgeye cihazın ucu baskı uygulamayacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.15). Ölçüm yapılırken dişlerin hem aşırı kurutulmamasına, hem de reflektör ışığının kapalı olmasına dikkat edildi. Işığın tüm yüzeylere ulaşabilmesi için cihazın ucuna ileri, geri, rotasyon hareketleri yaptırıldı. Anlık ölçüm değerleri 'moment value' en yüksek ölçüm değeri 'peak value' olarak ekranda görüntülendi. Her iki gözlemci birbirlerinden bağımsız olarak bu işlemi yapıp 'peak value' değerini kaydettiler.



Şekil 3.16 DIAGNOdent pen cihazının ağız içinde kullanımı

Elde edilen değerler süt dişleri üzerinde benzer bir çalışma yapmış olan Çınar ve ark. [137] kullandıkları skala ile değerlendirildi. Bu skala aşağıdaki gibidir.



0-13 = Demineralizasyon yok

14-29 = Mine çürüğü

> 30 = Dentin çürüğü

D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için sırasıyla mine ve dentin çürüğüne ait skor aralıkları ayırım noktası olarak kullanıldı.

### **CarieScan PRO ile Yapılan Muayene**

Cihazın tel kıllardan oluşan ucu, uçların bulunduğu tablaya 90° açı ile hafifçe basılarak takıldı. Dudak klipi kablosunun cihaz ile bağlantısı yapıldı ve açma kapama tuşuna basılarak cihaz açıldı. Dudak klipi hastaya uygun şekilde yerleştirildikten sonra ilgili diş hava-su spreyi ile yıkandı, pamuk peletlerle izole edildi. Üretici firmanın tavsiye etmiş olduğu 5 sn' lik diş kurutma süresi Teo ve ark. [163] çalışmalarında olduğu gibi 3 sn' ye düşürüldü. Ardından cihazın 'enter' tuşuna basıldı ve mavi ışık yanıp sönmeye başladığında cihaz önceden belirlenmiş ölçüm yapılacak bölgeye dik gelecek şekilde basınç uygulamadan yerleştirildi (Şekil 3.16). Ölçüm yaklaşık 2 sn sürdü ve her bir gözlemci ekranda görülen değerleri birbirlerinden bağımsız olarak çalışma formlarına kaydetti.



Şekil 3.17 CarieScan PRO cihazının ağız içinde kullanımı



Elde edilen değerler süt dişleri üzerinde benzer bir çalışma yapmış olan Teo ve ark. [163] kullandıkları skala ile değerlendirildi. Bu skala aşağıdaki gibidir.

0-20 = çürük yok

21-90 = Mine rğ

91- 100 = Dentin rğ

D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için sırasıyla mine ve dentin çürüğüne ait skor aralıkları ayırım noktası olarak kullanıldı.

### **SoproLife Kamera ile Yapılan Muayene**

Cihaz, kablosunun USB girişi ile bilgisayara bağlandı. Bilgisayar zerinde Sopro Imaging programı ile hastalar için özel sayfalar oluşturuldu. İlgili diş hava-su spreyi ile yıkandı, pamuk peletlerle izole edildi ve kurulandı. Mavi floresans modu seçildi, reflektör ışığı kapatıldı ve standart büyütme altında dişlerin anlık görüntüleri kamera ile yakalandı (şekil 3.17). Görüntüler Sopro Imaging programına kaydedildi (şekil 3.18). Gözlemciler kaydedilen görüntüleri birbirlerinden bağımsız olarak Rechmann ve ark. [141] sunduğu değerlendirme kriterleri ile değerlendirdi ve seçilen uygun kodu çalışma formlarına kaydettiler. Değerlendirme kodları aşağıdaki gibidir (şekil 3.19-3.24).

**Kod 0** = Mine parlak yeşil görünür. Minenin sağlam görüntüsünü bozacak herhangi bir değişiklik yoktur. Çok nadir grafit kalem ucu gibi ince parlak bir çizgi görülebilir.

**Kod 1** = Fissürlerde ince, titrek kırmızı ışık vardır fakat belirgin, görülebilir kırmızı bir nokta yoktur.

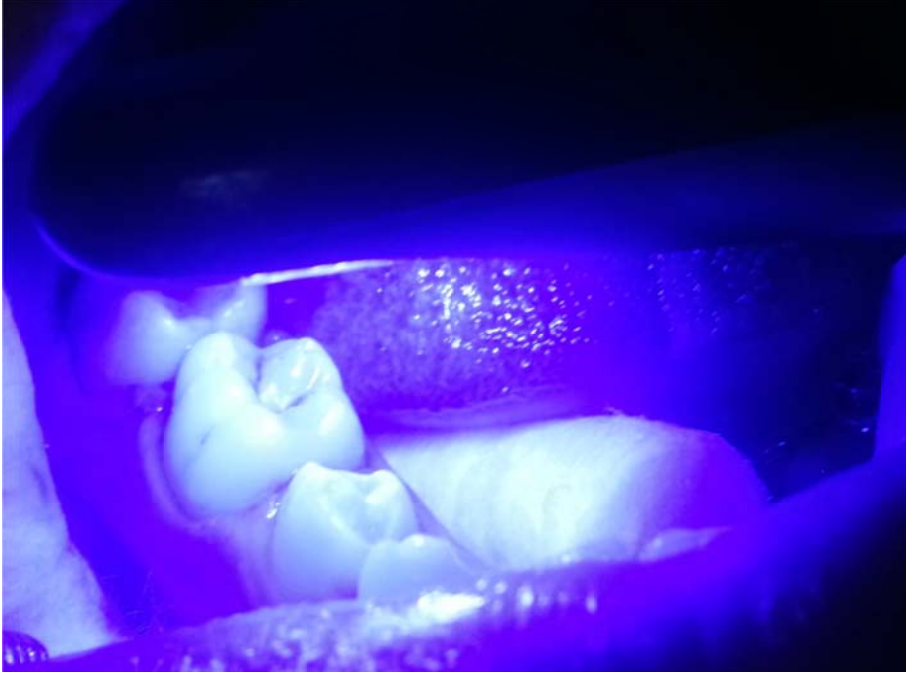
**Kod 2** = Pit ve fissürlerde ince, küçük, titrek kırmızı ışığın yanı sıra koyu kırmızı noktalarda görülür.

**Kod 3** = Koyu kırmızı alanlar fissürlerden genişlemiştir fakat sadece fissürleri içerir. Kırmızı izgi alanlarında hafif başlangıç pürüzlülükleri izlenebilir.

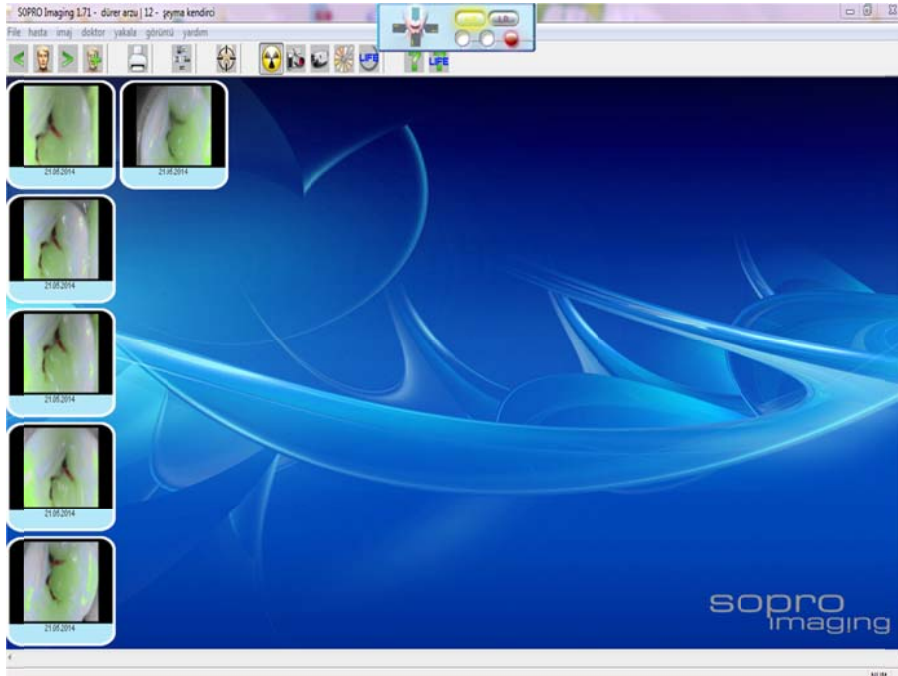
**Kod 4** = Koyu kırmızı (turuncu-kırmızı) ışık fissürlerden daha fazla genişlemiştir.

**Kod 5** = Yüzey pürüzlülüğü ortaya çıkar. Gri zonlar görülür. Minedeki kayıp sonucu dentin gözle görülebilir.

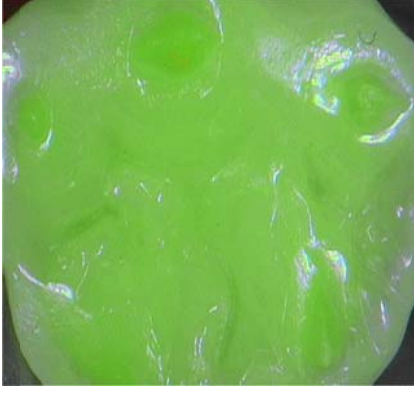
D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için sırasıyla 1 ve 4 no' lu skorlar ayırım noktası olarak kullanıldı.



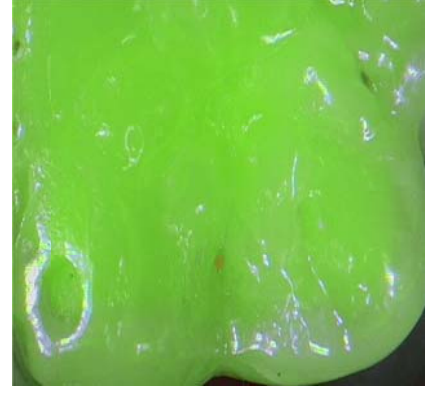
Şekil 3.18 SoproLife kameranın ağız içi kullanımı



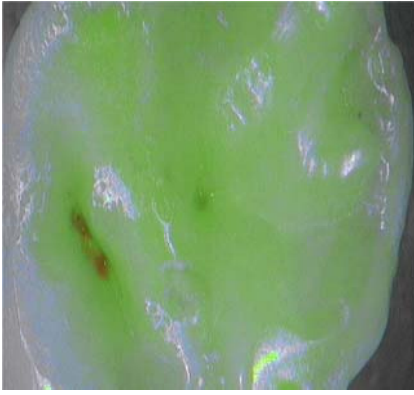
Şekil 3.19 Sopro Imaging programı ve yakalanan görüntüler



Şekil 3.20 '0' kodu verilen örnek



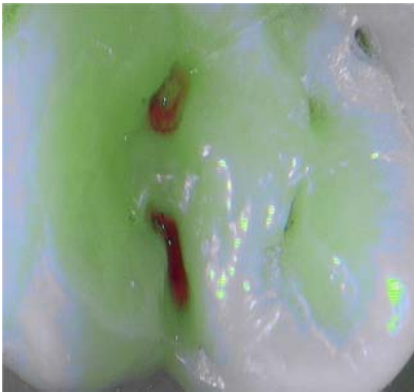
Şekil 3.21 '1' kodu verilen örnek



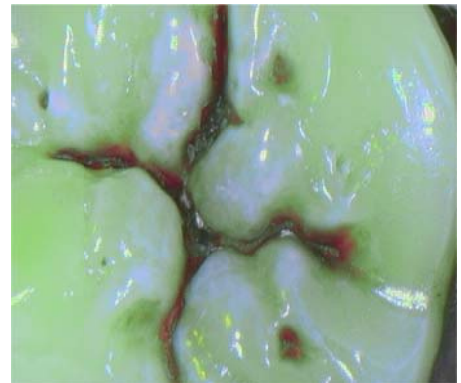
Şekil 3.22 '2' kodu verilen örnek



Şekil 3.23 '3' kodu verilen örnek



Şekil 3.24 '4' kodu verilen örnek

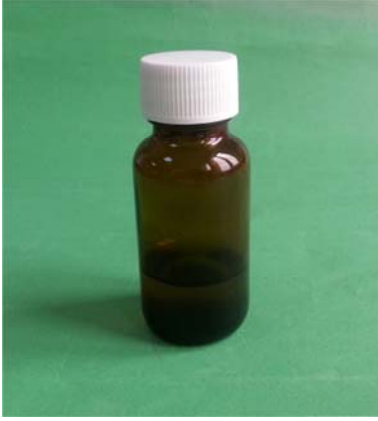


Şekil 3.25 '5' kodu verilen örnek

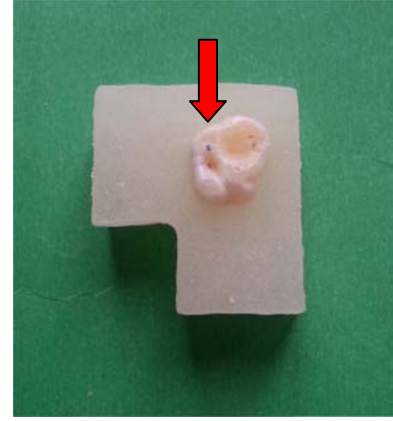
### 3.4.2 In vitro Aşamaya Ait Yöntem

Çalışmada yer alan çürük teşhis metotlarının in vivo koşullarda değerlendirilmesinin ardından dişlerin çekimi gerçekleştirildi. Çekilen dişler numaralandırılıp 2 hafta boyunca cam şişe içerisinde +4<sup>0</sup>C salin solüsyonunda saklandı (Şekil 3.25). In vitro

değerlendirmelere geçmeden önce dişler akrilik kalıplara gömüldü ve incelenecek bölgeler dişlerin üzerine işaretlendi (Şekil 3.26). Ardından dişler radyografik muayene dışındaki diğer tüm yöntemler kullanılarak gözlemciler tarafından değerlendirildi. 2 hafta sonra in vitro değerlendirmeler aynı şekilde tekrar edildi.



Şekil 3.26 Dişlerin saklandığı cam şişe



Şekil 3.27 Akrile gömülen diş örneği

### **Görsel Muayene**

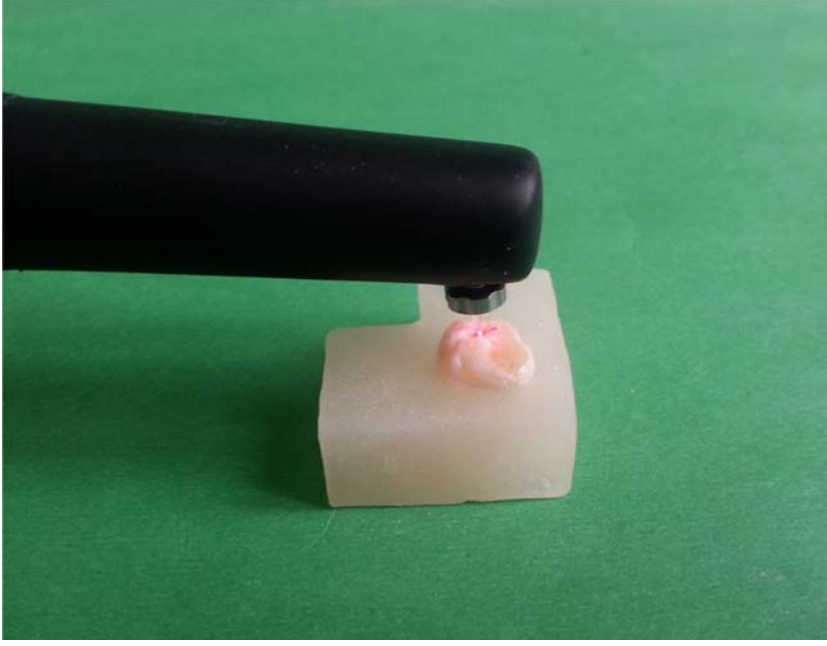
İşaretlenen bölgeler in vivo değerlendirmelerde olduğu gibi her bir gözlemci tarafından birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirildi ve uygun ICDAS kodları çalışma formlarına kaydedildi.

D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için aynı skorlar ayırım noktası olarak kullanıldı.

### **DIAGNOdent pen ile Yapılan Muayene**

Cihaz her kullanımdan önce kalibre edildi. Dişler hava-su spreyi ile yıkayıp 5 sn boyunca kurutuldu. Düz bir zemin üzerinde cihaz diş baskı uygulamayacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.27). İşaretlenen bölgeden elde edilen ölçüm değerleri her bir gözlemci tarafından çalışma formlarına kaydedildi.

D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için aynı değerler ayırım noktası olarak kullanıldı.



Şekil 3.28 DIAGNOdent pen cihazının in vitro uygulaması

### **CarieScan PRO ile Yapılan Muayene**

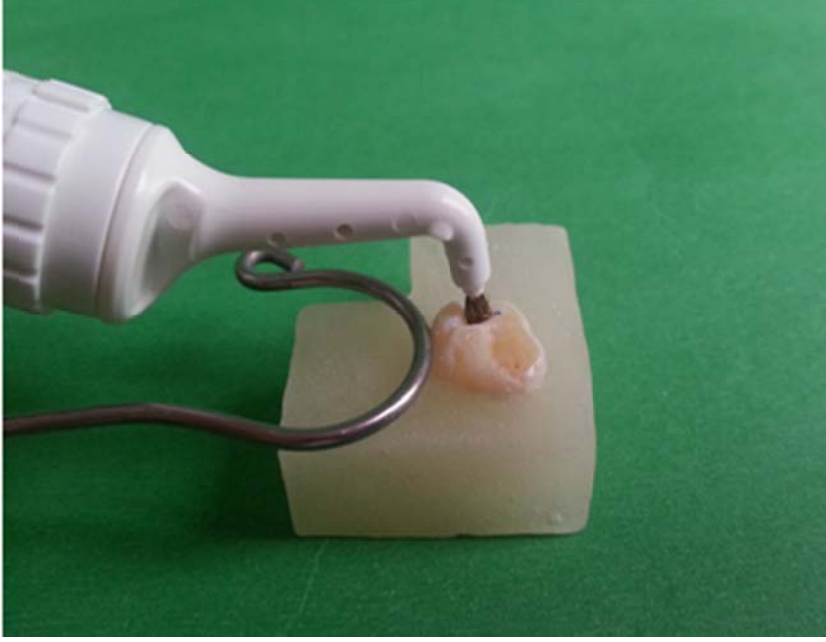
Dişler hava-su spreyi ile yıkanıp in vivo uygulamada olduğu gibi 3 sn boyunca kurutuldu. İn vivo uygulamadan farklı olarak cihaz eldivensiz elle tutuldu ve diş ile cihaz arasındaki elektrik akımının tamamlanabilmesi amacıyla dudak klibi, diş yüzeyine temas edecek şekilde değiştirildi (Şekil 3.28). Ölçüm düz bir zeminde gerçekleştirildi ve uygulama esnasında diş basıncı uygulamamaya dikkat edildi. İşaretlenen bölgeden elde edilen ölçüm değerleri her bir gözlemci tarafından çalışma formlarına kaydedildi. Sistem, bağlantı kablosunun zarar görüp görmediğini kontrol etmek amacıyla test adaptörü ile belirli aralıklarla kontrol edildi (Şekil 3.29).

D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için aynı değerler ayırım noktası olarak kullanıldı.

### **SoproLife Kamera ile Yapılan Muayene**

Dişler hava-su spreyi ile yıkanıp kurutulduktan sonra düz bir zeminde işaretlenen bölgeden SoproLife kamera ile görüntüler yakalandı (Şekil 3.30). Daha sonra elde edilen görüntüler bilgisayar ekranında Sopro Imaging programı ile kaydedildi. Her bir gözlemci görüntüleri birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirerek uygun kodları çalışma formlarına kaydetti.

D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için aynı kodlar ayırım noktası olarak kullanıldı.

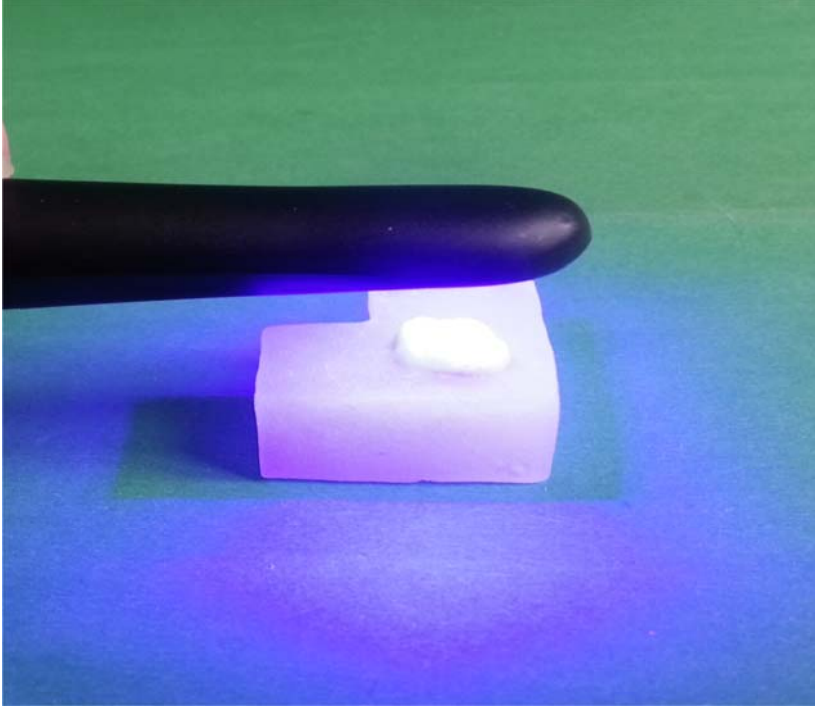


Şekil 3.29 CarieScan PRO cihazının in vitro uygulaması



Şekil 3.30 CarieScan PRO cihazının sistem testi





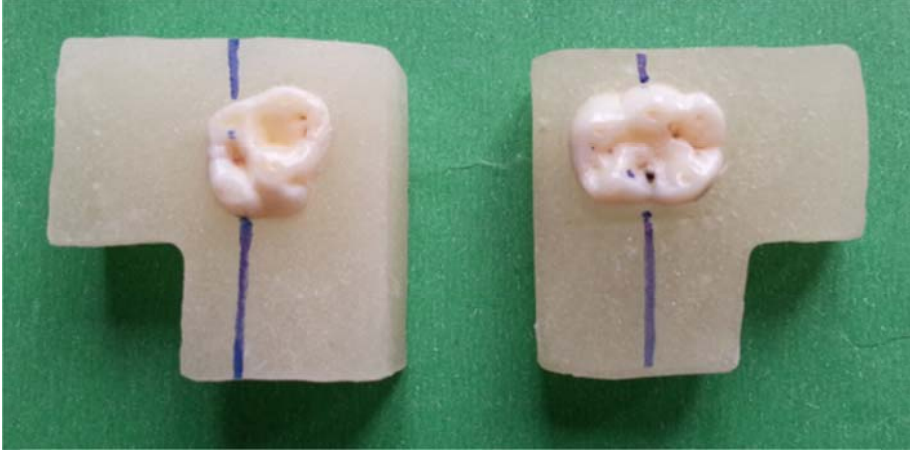
Şekil 3.31 SoproLife kameranın in vitro uygulantışı

### 3.4.3 Histolojik Değerlendirme

Ölçümler tamamlandıktan sonra dişler işaretli bölgelerden 102mm×0.3mm×12.7mm çapında elmas kesme diski yardımıyla su soğutması altında düşük devirli isomet kesme cihazı (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) ile kesildi (Şekil 3.31). Kesitler dişin uzun aksına paralel olacak şekilde bukko-lingual yönde işaretlenerek elde edildi (Şekil 3.32).



Şekil 3.32 Isomet kesit alma cihazı



Şekil 3.33 Bukko-lingual yönde işaretlenen dişler

Elde edilen kesitler Stemi DV4 stereomikroskop (Zeiss, Jena, Almanya) kullanılarak  $\times 10$  büyütmede değerlendirildi (Şekil 3.33). Her bir kesitin görüntüsü fotoğraf makinesiyle (Canon Inc., Taiwan) fotoğraflanarak bilgisayara aktarıldı.

Stereomikroskop altında incelenen kesitlerin değerlendirilmesi Downer' ın [170] histolojik skorlama kriterlerine uygun olarak yapıldı (Şekil 3.34-3.38). Bu kriterler Çizelge 3.2' teki gibidir.



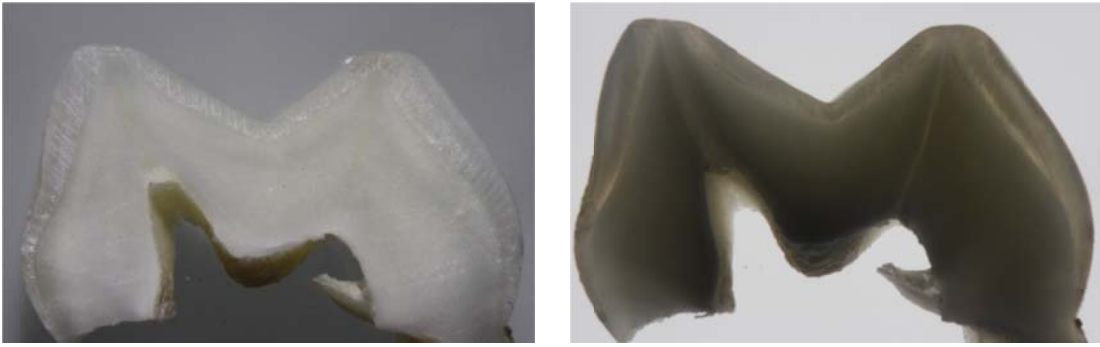
Şekil 3.34 Histolojik incelemede kullanılan stereomikroskop



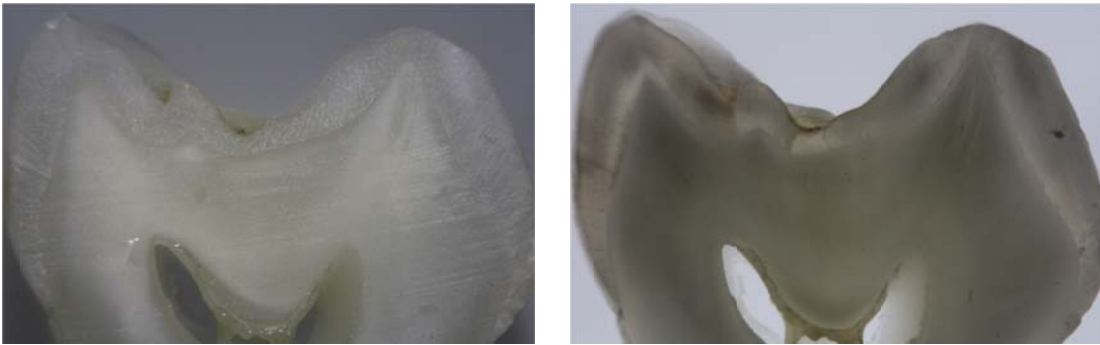
Çizelge 3.2 Downer'ın histolojik skorlama kriterleri

Kodlar	Tanımı
0	Çürük yok
1	Minenin dış yarısı ile sınırlı demineralizasyon
2	Minenin iç yarısına ve mine-dentin bağlantı sınırına uzanan demineralizasyon
3	Dentinin dış yarısı ile sınırlı demineralizasyon
4	Dentinin içte kalan yarısına ve pulpaya uzanan demineralizasyon

D<sub>1</sub> (tüm çürükler) ve D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerleri için sırasıyla 1 ve 3 skorları ayırım noktası olarak kullanıldı.



Şekil 3.35 Histolojik değerlendirmede '0' kodu verilen örnek



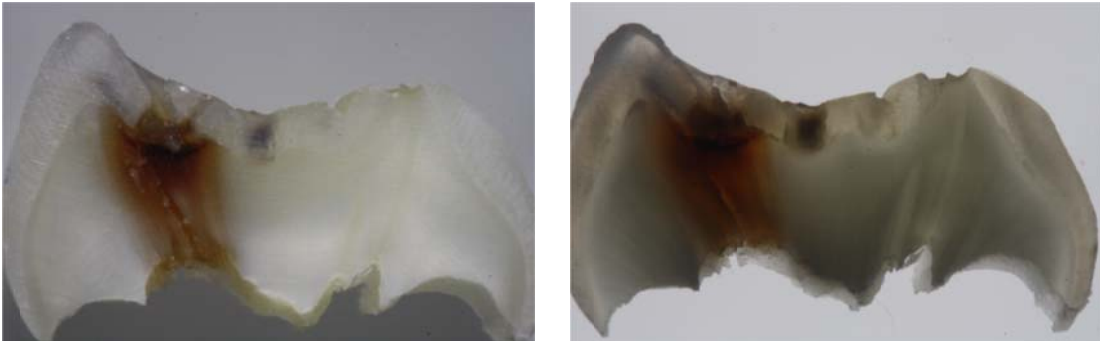
Şekil 3.36 Histolojik değerlendirmede '1' kodu verilen örnek



Şekil 3.37 Histolojik değerlendirmede '2' kodu verilen örnek



Şekil 3.38 Histolojik değerlendirmede '3' kodu verilen örnek



Şekil 3.39 Histolojik değerlendirmede '4' kodu verilen örnek

### 3.5 İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi SPSS for Windows Release 16.0 Software (SPSS Inc., Chicago, IL) paket programı kullanılarak yapıldı. In vivo ve in vitro koşullarda değerlendirme yapan gözlemciler için hem gözlemciler içi hem gözlemciler arası uyumu Cohen's Kappa analizi ve sınıf içi korelasyon katsayıları (Intraclass Correlation Coefficient (ICC)) hesaplanarak yapıldı. Histopatoloji sonuçları referans alınarak D<sub>1</sub> (tüm çürükler), D<sub>3</sub> (dentin çürüğü) eşik değerlerine uygun olacak şekilde yöntemlerin

skorlamaları birleştirildi. Yöntemlerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilmesi için sensitivity (duyarlılık), specificity (seçicilik), doğruluk oranları, negatif kestirim değerleri, pozitif kestirim değerleri ve ROC (Receiver-Operating Characteristics) eğrileri ve altında kalan alanlar (AUROC) hesaplandı ve  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

D<sub>1</sub> eşik değerine göre histopatolojik değerlendirme ile '0' skorunu alan dişler sağlıklı, '1, 2, 3, 4' skoru alan dişlerin tamamı çürük kabul edildi. Yani hem mine çürüğü hem de dentin çürüğü skorlarının tamamı çürük olarak kaydedildi. D<sub>3</sub> eşik değerine göre '0, 1, 2' skorlarını alan dişler sağlıklı '3, 4' skorunu alan dişler çürük olarak kabul edildi. Yani sağlam ve mine çürüğü skorları sağlıklı kabul edilirken dentin çürüğü skoru çürük olarak kaydedildi. Bu eşik değerlerine göre yöntemlerin karşılaştırılabilmesi için mevcut skorlamalar ve kodlar birleştirildi (Çizelge 3.3)

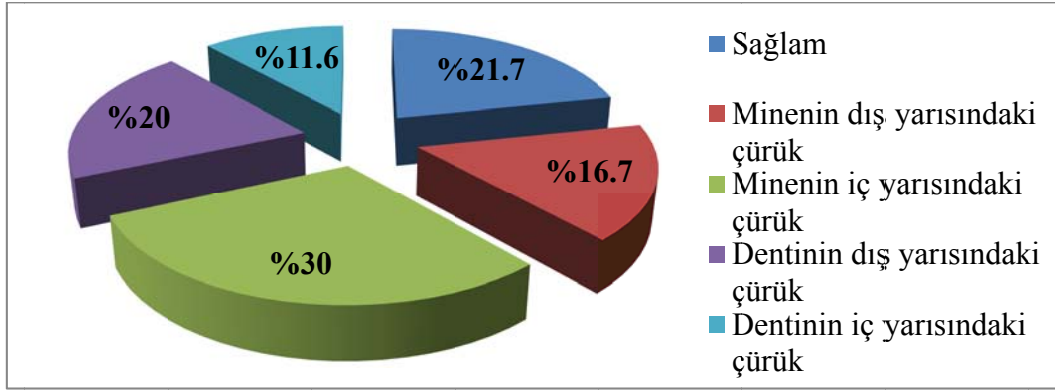
Çizelge 3.3 Skor ve kodların aynı gruplar altında birleştirilmesi

Skor Grupları	ICDAS II Kodları	Radyografik Kodlar	DIAGNOdent Pen skorları	CarieScan PRO skorları	SoproLife Kodları	Histolojik Skorlar
Sağlam (0)	0	0	0-13	0-20	0	0
Mine Çürüğü (1)	1, 2	1	14-29	21-90	1, 2, 3	1, 2
Dentin Çürüğü (2)	3, 4	2, 3	>30	91-100	4, 5	3, 4

#### 4. BULGULAR

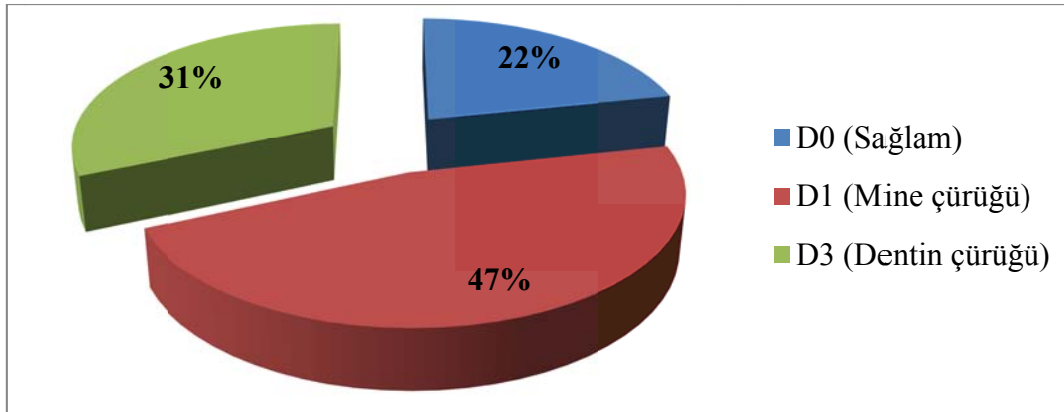
Altın standart kabul edilen histolojik değerlendirme sonuçlarına göre 120 adet süt dişinin;

26' sının (% 21.7) '0' skoru aldığı yani sağlam olduğu, 20' sinin (%16.7) '1' skoru aldığı yani minenin dış yarısında çürük lezyon, 36' sının (% 30.0) '2' skoru aldığı yani minenin iç yarısında çürük lezyon, 24' ünün (%20.0) '3' skoru aldığı yani dentinin dış yarısında çürük lezyon, 38' inin (%11.6) '4' skoru aldığı yani dentinin iç yarısına uzanan çürük lezyon varlığı görüldü (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Çalışmada kullanılan dişlerin çürük derinliklerinin dağılımı

Histolojik eşik değerlerine göre D<sub>0</sub> 26 (%21.7) diş sağlam, D<sub>1</sub> 56 (%46.7) diş mine çürüğü, D<sub>3</sub> 38 (%31.6) diş dentin çürüğü olarak tespit edildi (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Çalışmada kullanılan dişlerin histolojik eşik değerlerine göre dağılımı

In vivo, in vitro ve 2 hafta sonra in vitro koşulları altında yapılan görsel muayene, radyografik muayene, DIAGNOdent pen, Cariescan PRO ve SoproLife kamera yöntemleri için gözlemciler arası kappa uyumluluk değerleri Çizelge 4.1’ de, gözlemci içi kappa uyumluluk değerleri Çizelge 4.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Gözlemciler arası kappa değerleri

Yöntemler	Invivo		Invitro		Invitro (2 h. sonra)	
	$\kappa$	p	$\kappa$	p	$\kappa$	p
Görsel inceleme	0,94	<0,001	0,98	<0,001	0,98	<0,001
Radyografik inceleme	0,85	<0,001	-	-	-	-
DIAGNOdent Pen	0,95	<0,001	0,95	<0,001	0,95	<0,001
CarieScan PRO	0,95	<0,001	0,85	<0,001	0,91	<0,001
SoproLife kamera	0,99	<0,001	0,99	<0,001	0,96	<0,001

Çizelge 4.2 Gözlemci içi kappa değerleri

Yöntemler	Gözlemci 1		Gözlemci 2	
	$\kappa$	p	$\kappa$	p
Görsel inceleme	0,99	<0,001	0,96	<0,001
DIAGNOdent Pen	0,94	<0,001	0,91	<0,001
CarieScan PRO	0,87	<0,001	0,90	<0,001
SoproLife kamera	0,97	<0,001	0,97	<0,001

Kappa değerlerinin karşılaştırılması için Landis ve Koch değerlendirme kriterleri kullanılmıştır [171]. Bu kriterler Çizelge 4.3’ de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.3 Landis ve Koch değerlendirme kriterleri

<b>Kappa Katsayısı</b>	<b>Yorumu</b>
<0,01	Uyum yok
0,01-0,20	Çok zayıf uyum
0,21-0,40	Minimal derecede uyum
0,41-0,60	Orta derecede uyum
0,61-0,80	İyi derecede uyum
0,81-1,00	Çok iyi derecede uyum

In vivo koşullar altında gözlemciler arası en yüksek Kappa değeri SoproLife kamera için (0,99) bulunurken sonrasında DIAGNOdent pen (0,95), Cariescan PRO (0,95), görsel muayene (0,94) ve son olarak radyografik muayene (0,85) yer almıştır. Tüm yöntemler için in vivo koşullarda gözlemciler arası uyum çok iyi düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

In vitro koşullar altında gözlemciler arası en yüksek Kappa değeri SoproLife kamera için (0,99) bulunurken sonrasında görsel muayene (0,98), DIAGNOdent pen (0,95) ve CarieScan PRO (0,85) yer almıştır. Tüm yöntemler için in vitro koşullarda gözlemciler arası uyum çok iyi düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

İki hafta sonra yapılan in vitro değerlendirmede gözlemciler arası en yüksek Kappa değeri görsel muayene (0,98) için bulunurken sonrasında SoproLife kamera (0,96), DIAGNOdent pen (0,95) ve CarieScan PRO (0,91) yer almıştır. Tüm yöntemler için iki hafta sonra yapılan in vitro değerlendirmede gözlemciler arası uyum çok iyi düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

1. Gözlemcinin kendi içindeki uyuma bakıldığında en yüksek Kappa değeri görsel muayenede (0,99) bulunurken sonrasında SoproLife kamera (0,97), DIAGNOdent pen (0,94) ve CarieScan PRO (0,87) yer almıştır. Tüm yöntemler için 1. Gözlemcinin kendi içerisindeki uyumu çok iyi düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

2. Gözlemcinin kendi içerisindeki uyuma bakıldığında en yüksek Kappa değeri SoproLife kamera (0,97) için bulunurken sonrasında görsel muayene (0,96), DIAGNOdent pen (0,91) ve CarieScan PRO (0,90) yer almıştır. Tüm yöntemler için 2. Gözlemcinin kendi içerisindeki uyumu çok iyi düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,001$ ).

Tüm yöntemlerin gözlemciler arası ve gözlemci içi uyumu için birde sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayılar Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’ te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Gözlemciler arası ICC değerleri

Yöntemler	In vivo	In vitro	In vitro (2 h. sonra)
	ICC	ICC	ICC
Görsel inceleme	0,99	0,99	0,99
Radyolojik inceleme	0,88	-	-
DIAGNOdent Pen	0,99	0,97	0,99
CarieScan PRO	0,97	0,94	0,96
SoproLife kamera	0,99	0,99	0,99

Çizelge 4.5 Gözlemci içi ICC değerleri

Yöntemler	Gözlemci 1	Gözlemci 2
	ICC	ICC
Görsel inceleme	0,99	0,98
DIAGNOdent Pen	0,98	0,98
CarieScan PRO	0,98	0,97
SoproLife kamera	0,98	0,99

In vivo koşullarda gözlemciler arası en yüksek ICC değeri görsel muayene (0,99), SoproLife kamera (0,99) ve DIAGNOdent pen (0,99) için bulunurken sonrasında CarieScan PRO (0,97) ve radyografik muayene (0,88) yer almıştır.

In vitro koşullarda gözlemciler arası en yüksek ICC değeri görsel muayene (0,99) ve SoproLife kamera (0,99) için bulunurken sonrasında DIAGNOdent pen (0,97) ve CarieScan PRO (0,94) yer almıştır.

İki hafta sonra yapılan in vitro değeriendirilmede gözlemciler arası en yüksek ICC değeri görsel muayene (0,99), SoproLife kamera (0,99) ve DIAGNOdent pen (0,99) için bulunurken sonrasında ve CarieScan PRO (0,96) yer almıştır.

1. Gözlemcinin kendi içerisindeki içindeki uyuma bakıldığında en yüksek ICC değeri görsel muayene (0,99) ve SoproLife kamera (0,98) için bulunurken sonrasında DIAGNOdent pen (0,98) ve CarieScan PRO (0,98) yer almıştır.

2. Gözlemcinin kendi içerisindeki içindeki uyuma bakıldığında en yüksek ICC değeri SoproLife kamera (0,99) için bulunurken sonrasında görsel muayene (0,98), DIAGNOdent pen (0,98) ve CarieScan PRO (0,97) yer almıştır.

#### **4.1 In Vivo Aşamaya Ait Bulgular**

Çalışmanın in vivo aşamasından elde edilen bulgular;

- D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> histolojik eşik değeriilerine göre her bir gözlemci için çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim, doğruluk oranı değeriilerine ait bulgular

- D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> eşik değeriilerine göre çürük teşhis yöntemleri ile histoloji sonuçları arasındaki uyuma ait bulgular

- Çürük teşhis yöntemlerinin D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> histolojik eşik değeriilerine göre ROC eğrileri ve altında kalan alanlara ait bulgular

##### **4.1.1 D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> Histolojik Eşik Değeriilerine Göre Her Bir Gözlemci İçin Çürük Teşhis Yöntemlerinin Duyarlılık, Seçicilik, Pozitif Kestirim, Negatif Kestirim, Doğruluk Oranı Değeriilerine Ait Bulgular**

In vivo koşullar altında D<sub>1</sub> histolojik eşik değeriilerine göre her bir gözlemcinin okluzal çürüklerin teşhisinde kullandıkları görsel muayene, radyografik muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO ve SoproLife kamera yöntemlerine ait duyarlılık



(sensitivite), seçicilik (spesifisite), pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri Çizelge 4.6' da gösterilmiştir.

In vivo şartlarda D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait duyarlılık değerleri 1. Gözlemci için 0,97, 2. Gözlemci için 0,96'dır. Radyografik muayeneye ait duyarlılık değerleri 1. Gözlemciye için 0,69, 2. Gözlemci için 0,64' tür. DIAGNOdent pen' e ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için 0,89' dur. CarieScan PRO' ya ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için 0,91' dir. SoproLife kamera' ya ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için 0,98' dir.

Tüm yöntemler içerisinde her iki gözlemcinin de çürük olan dişleri tespit edebilmesine olanak sağlayan en yüksek duyarlılık değerleri elde edilen yöntem SoproLife kamera olarak belirlenmiş sonrasında sırasıyla görsel muayene, CarieScan PRO, DIAGNOdent pen ve radyografik muayene yer almıştır.

Çizelge 4.6 D<sub>1</sub> eşik değerine göre çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri

Yöntemler	Duyarlılık	Seçicilik	Pozitif kestirim	Negatif kestirim	Doğruluk Oranı
<b>Gözlemci 1</b>					
Görsel Muayene	0,97	0,96	0,98	0,92	0,97
Radyografik Muayene	0,69	0,90	0,99	0,47	0,76
DIAGNOdent Pen	0,89	1,00	1,00	0,72	0,92
CarieScan PRO	0,91	0,92	0,97	0,75	0,92
SoproLife kamera	0,98	0,92	0,97	0,96	0,97
<b>Gözlemci 2</b>					
Görsel Muayene	0,96	0,99	0,98	0,89	0,97
Radyografik Muayene	0,64	0,94	1,00	0,44	0,73
DIAGNOdent Pen	0,89	0,98	1,00	0,72	0,92
CarieScan PRO	0,91	0,92	0,97	0,75	0,92
SoproLife kamera	0,98	0,96	0,98	0,96	0,98

In vivo şartlarda D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait seçicilik değerleri 1. Gözlemci için 0,96, 2. Gözlemci için 0,99' dur. Radyografik muayeneye ait

seçicilik değerleri 1. Gözlemci için 0,90, 2. Gözlemci için 0,94' tür. DIAGNOdent pen'e ait seçicilik değerleri 1. Gözlemci için 1,00, 2. Gözlemci için 0,98' dir. CarieScan PRO' ya ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için 0,92' dir. SoproLife kamera' ya ait seçicilik değerleri 1. Gözlemci için 0,92, 2. Gözlemci için 0,96' dir.

Tüm yöntemler içerisinde her iki gözlemcinin de sağlam dişleri tespit edebilmesine olanak sağlayan en yüksek seçicilik değerlerini veren yöntem DIAGNOdent pen olarak belirlenmiş sonrasında sırasıyla görsel muayene, SoproLife kamera, CarieScan PRO ve radyografik muayene yer almıştır.

In vivo şartlarda  $D_1$  histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,98' dir. Radyografik muayeneye ait pozitif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,99, 2. Gözlemci için 1,00' dir. DIAGNOdent pen' e ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 1,00' dir. CarieScan PRO' ya ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için 0,97' dir. SoproLife kamera' ya pozitif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,97, 2. Gözlemci için 0,98' dir.

Tüm çürük teşhis yöntemlerinde her iki gözlemci için de yüksek pozitif kestirim değerleri elde edilmiştir.

In vivo şartlarda  $D_1$  histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait negatif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,92, 2. Gözlemci için 0,89' dir. Radyografik muayeneye ait negatif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,47, 2. Gözlemci için 0,44' tür. DIAGNOdent pen' e ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci içinde 0,72' dir. CarieScan PRO' ya ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci içinde 0,75' dir. SoproLife kamera' ya ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci içinde 0,96' dir.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek negatif kestirim değerlerini veren yöntem SoproLife kamera, en düşük negatif kestirim değerlerini veren yöntem ise radyografik muayene olarak belirlenmiştir.

In vivo şartlarda  $D_1$  histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için de 0,97' dir. Radyografik muayeneye ait doğruluk oranı değerleri 1. Gözlemci için 0,76, 2. Gözlemci için 0,73' tür. DIAGNOdent pen' e ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için de 0,92' dir. CarieScan PRO' ya ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için de 0,92' dir. SoproLife kamera' ya ait doğruluk değerleri 1. Gözlemci için 0,97, 2. Gözlemci için 0,98' dir.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek doğruluk oranı değerlerini veren yöntem SoproLife kamera en düşük doğruluk oranı değerlerini veren yöntem ise radyografik muayene olarak belirlenmiştir.

In vivo koşullar altında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerlerine göre her bir gözlemcinin okluzal çürüklerin teşhisinde kullandıkları görsel muayene, radyografik muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO ve SoproLife kamera yöntemlerinin duyarlılık (sensitivite), seçicilik (spesifisite), pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri Çizelge 4.7' de gösterilmiştir.

In vivo şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait duyarlılık değerleri 1. Gözlemci için 0,86, 2. Gözlemci için 0,89' dur. Radyografik muayeneye ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için de 0,78' dir. DIAGNOdent pen' e ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için de 0,81' dir. CarieScan PRO' ya ait duyarlılık değerleri 1. Gözlemci için 0,73, 2. Gözlemci için 0,76' dır. SoproLife kamera' ya ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için de 0,86' dır.

Tüm yöntemler içerisinde her iki gözlemcinin de dentin çürüğü olan dişleri tespit edebilmesine olanak sağlayan en yüksek duyarlılık değerlerini veren yöntemler görsel muayene ve SoproLife kamera' dır. Sonrasında yöntemler DIAGNOdent pen, radyografik muayene ve CarieScan PRO şeklinde sıralanmıştır.

In vivo şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait seçicilik değerleri 1. Gözlemci için 0,93, 2. Gözlemci için 0,91' dir. Radyografik muayeneye ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için 0,94' tür. DIAGNOdent pen' e ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için 0,97' dir. CarieScan PRO' ya seçicilik değerleri 1. Gözlemci 0,89, 2. Gözlemci için 0,88' dir. SoproLife kamera' ya ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için 0,92' dir.

Tüm yöntemler içerisinde her iki gözlemcinin de dentin çürüğü olmayan dişleri tespit edebilmesine olanak sağlayan en yüksek seçicilik değerlerini veren yöntem DIAGNOdent pen olarak belirlenmiş sonrasında sırasıyla görsel muayene, SoproLife kamera, radyografik muayene ve CarieScan PRO yer almıştır.

In vivo şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait pozitif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,86, 2. Gözlemci için 0,82' dir. Radyografik muayeneye ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için 0,96' dır. DIAGNOdent pen' e ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,93' tür. CarieScan PRO'

ya ait pozitif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,93, 2. Gözlemci için 0,96' dır SoproLife kamera' ya ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için 0,84' tür. Tüm yöntemlerde her iki gözlemci için de yüksek pozitif kestirim değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.7 D<sub>3</sub> eşik değerine göre çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri

Yöntemler	Duyarlılık	Seçicilik	Pozitif kestirim	Negatif kestirim	Doğruluk Oranı
<b>Gözlemci 1</b>					
Görsel Muayene	0,86	0,93	0,86	0,93	0,91
Radyografik Muayene	0,78	0,94	0,96	0,91	0,73
Diagnodent Pen	0,81	0,97	0,93	0,92	0,83
CarieScan PRO	0,73	0,89	0,93	0,88	0,82
SoproLife kamera	0,86	0,92	0,84	0,93	0,90
<b>Gözlemci 2</b>					
Görsel Muayene	0,89	0,91	0,82	0,94	0,90
Radyografik Muayene	0,78	0,94	0,96	0,91	0,73
Diagnodent Pen	0,81	0,97	0,93	0,92	0,83
CarieScan PRO	0,76	0,88	0,96	0,90	0,82
SoproLife kamera	0,86	0,92	0,84	0,93	0,90

In vivo şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait negatif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,93, 2. Gözlemci için 0,94' tür. Radyografik muayeneye ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,91' dir. DIAGNOdent pen' e ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,92' dir. CarieScan PRO' ya ait negatif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,88, 2. Gözlemci için 0,90' dır. SoproLife kamera' ya ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,93' tür.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek negatif kestirim değerlerini veren yöntemler görsel muayene ve SoproLife kamera, en düşük negatif kestirim değerlerini veren yöntem ise CarieScan PRO olarak belirlenmiştir.

In vivo şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait doğruluk oranı değerleri 1. Gözlemci için 0,91, 2. Gözlemci için 0,90' dır. Radyografik muayeneye ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için de 0,73' tür. DIAGNOdent pen' e ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için de 0,83' tür. CarieScan PRO' ya ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci içinde 0,82' dir. SoproLife kamera' ya ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için de 0,90' dır.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek doğruluk oranını veren yöntem görsel muayene, en düşük doğruluk oranını veren yöntem radyografik muayene olarak belirlenmiştir.

#### 4.1.2 D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> Eşik Değerlerine Göre Çürük Teşhis Yöntemleri ile Histoloji Sonuçları Arasındaki Uyuma Ait Bulgular

D<sub>1</sub> eşik değerine göre in vivo koşullar altında yapılan görsel muayene, radyografik muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera değerlendirmelerinin altın standart kabul edilen histolojik değerlendirme sonuçları ile uyumu istatistiksel olarak Kappa analizi ile değerlendirilmiş sonuçlar Çizelge 4.8' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 D<sub>1</sub> eşik değerine göre in vivo koşullarda gözlemcilerin kullanmış oldukları çürük teşhis yöntemlerinin histolojik kesitlerle uyumluluğu

Yöntemler	Gözlemci	$\kappa$	p
Görsel Muayene	1	0,93	<0,001
	2	0,93	<0,001
Radyografik Muayene	1	0,49	<0,001
	2	0,45	<0,001
DIAGNOdent Pen	1	0,78	<0,001
	2	0,78	<0,001
CarieScan PRO	1	0,77	<0,001
	2	0,77	<0,001
SoproLife kamera	1	0,93	<0,001
	2	0,95	<0,001

In vivo koşullar altında elde edilen verilerde görsel muayene skorları ile histolojik kesitler arasında çok iyi derecede uyum görülmüştür. Bu uyum her iki gözlemci için 0,93' tür. Radyografik muayene skorları ile histolojik kesitler arasında orta derecede uyum görülmüştür. Bu uyum 1. Gözlemci için 0,49, 2. Gözlemci için 0,45' tir. DIAGNOdent pen skorları ile histolojik kesitler arasında iyi derecede uyum görülmüştür. Bu uyum her iki gözlemci için de 0,78' dir. CarieScan PRO skorları ile histolojik kesitler arasında iyi derecede uyum görülmüştür. Bu uyum her iki gözlemci için 0,77' dir. SoproLife kamera skorları ile histolojik kesitler arasında çok iyi derecede uyum görülmüştür. Bu uyum 1. Gözlemci için 0,93, 2. Gözlemci için 0,95' tir.

Kappa analizinden elde edilen p değerlerine bakıldığında yöntemlerden elde edilen verilerle histolojik değerlendirme sonuçları arasındaki uyumun anlamlı olduğu görülmüştür ( $p < 0,001$ ).

In vivo koşullar altında  $D_1$  histolojik eşik değerine göre histolojik kesitlerle uyumluluğu yüksek olan yöntemler SoproLife kamera ve görsel muayene, uyumluluğu en düşük olan yöntem radyografik muayene olarak belirlenmiştir.

$D_3$  eşik değerine göre in vivo koşullar altında yapılan görsel muayene, radyografik muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera değerlendirmelerinin altın standart kabul edilen histolojik değerlendirme sonuçları ile uyumu istatistiksel olarak Kappa analizi ile değerlendirilmiş sonuçlar Çizelge 4.9' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9  $D_3$  eşik değerine göre in vivo koşullarda gözlemcilerin kullanmış oldukları çürük teşhis yöntemlerinin histolojik kesitlerle uyumluluğu

Yöntemler	Gözlemci	$\kappa$	p
Görsel Muayene	1	0,81	<0,001
	2	0,79	<0,001
Radyografik Muayene	1	0,74	<0,001
	2	0,74	<0,001
DIAGNOdent Pen	1	0,82	<0,001
	2	0,82	<0,001
CarieScan PRO	1	0,76	<0,001
	2	0,80	<0,001
SoproLife kamera	1	0,79	<0,001
	2	0,79	<0,001

In vivo koşullar altında elde edilen verilerde görsel muayene skorları ile histolojik kesitler arasında 1. Gözlemci için çok iyi derecede uyum (0,81) 2. Gözlemci için iyi derecede uyum gözlenmiştir (0,79). Radyografik muayene skorları ile histolojik kesitler arasında iyi derecede uyum görölmüştür. Bu uyum her iki gözlemci için 0,74' tür. DIAGNOdent pen skorları ile histolojik kesitler arasında çok iyi derecede uyum görölmüştür. Bu uyum her iki gözlemci için 0,82' dir. CarieScan PRO skorları ile histolojik kesitler arasında iyi derecede uyum görölmüştür. Bu uyum 1. Gözlemci için 0,76, 2. Gözlemci için 0,80' dir. SoproLife kamera skorları ile histolojik kesitler arasında çok iyi derecede uyum görölmüştür. Bu uyum her iki gözlemci için 0,79'dur.

Kappa analizinden elde edilen p değerlerine bakıldığında yöntemlerden elde edilen verilerle histolojik değerlendirme sonuçları arasındaki uyumun anlamlı olduğu görölmüştür ( $p < 0,001$ ).

In vivo koşullarda  $D_3$  histolojik eşik değerinde histolojik kesitlerle uyumluluğu en yüksek olan yöntem DIAGNOdent pen' dir. Sonrasında sırayla görsel muayene, SoproLife kamera, CarieScan PRO ve radyografik muayene yer almıştır.

#### **4.1.3. Çürük Teşhis Yöntemlerinin $D_1$ ve $D_3$ Histolojik Eşik Değerlerine Göre ROC Eğrileri ve Altında Kalan Alanlara Ait Bulgular**

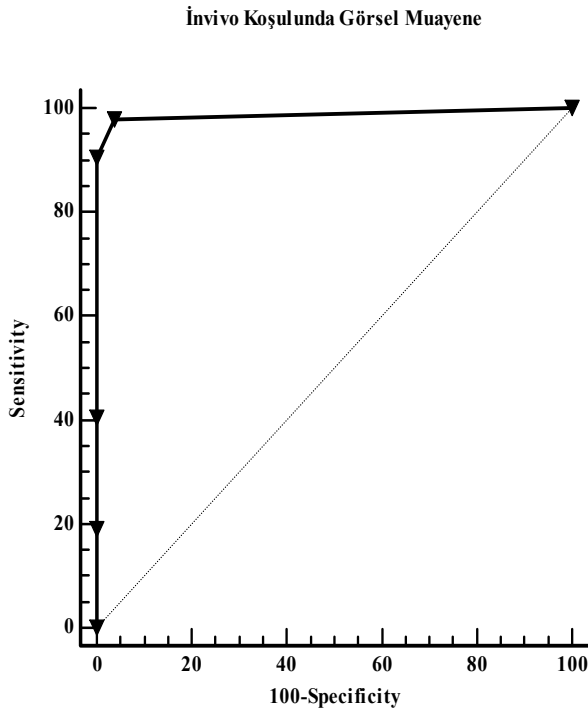
Görsel muayene, radyografik muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera yöntemlerinin skorları in vivo koşullar altında  $D_1$  histolojik eşik değerine göre ROC analizi ile değerlendirilmiş ROC eğrisi altında kalan alanlar, duyarlılık, seçicilik ve eşik değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 In vivo koşullar altında D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre çürük teşhis yöntemlerine ait eşik değerler, bu değerleri veren duyarlılık ve seçicilik değerleri, ROC eğrisi altında kalan alanlar

Yöntemler	ROC Eğrisi Altındaki Alan	Eşik değer	Duyarlılık	Seçicilik
Görsel Muayene	0,98*	>0	0,98	0,96
Radyografik Muayene	0,85*	>0	0,69	0,94
DIAGNOdent Pen	0,95*	>8	0,96	0,96
CarieScan PRO	0,92*	>10	0,90	0,92
SoproLife kamera	0,98*	>0	0,98	0,92

\*Eğri altındaki alanlar  $p < 0,001$  düzeyinde anlamlıdır.

Görsel muayene için in vivo koşullarda sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değer  $>0$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,98, seçicilik değeri 0,96' dır. ROC eğrisi altında kalan alan 0,98' dir. Görsel muayeneye ait ROC eğrisi Şekil 4.3' te gösterilmiştir.



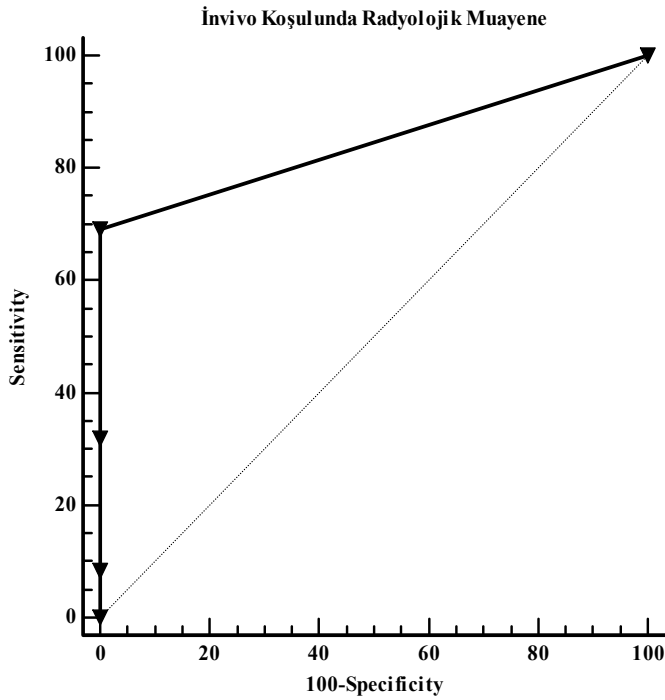
Şekil 4.3 In vivo koşullar altında görsel muayeneye ait ROC eğrisi



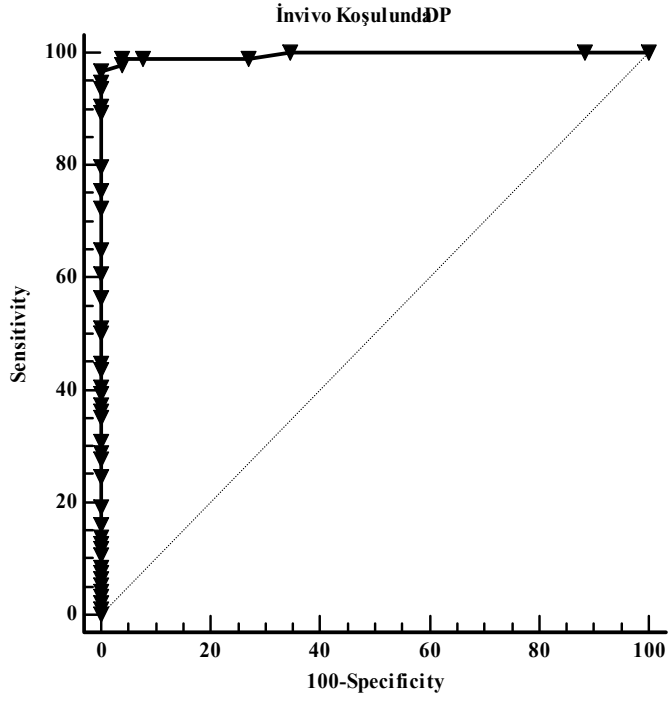
Radyografik muayene için sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değeri  $>0$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,69 seçicilik değeri 0,94' tür. ROC eğrisi altında kalan alan 0,85' dir. Radyografik muayeneye ait ROC eğrisi Şekil 4.4' te gösterilmiştir.

DIAGNOdent pen için in vivo koşullarda sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değeri  $>8$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık ve seçicilik değeri 0,96' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,95' tir. DIAGNOdent pen' e ait ROC eğrisi Şekil 4.5' te gösterilmiştir.

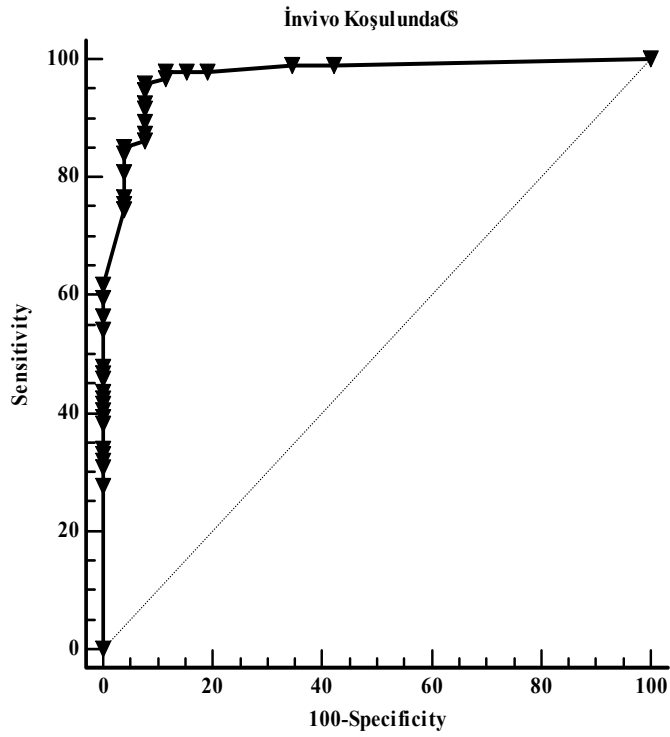
CarieScan PRO için in vivo koşullarda sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değeri  $>10$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,90, seçicilik değeri 0,92' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,92' dir. CarieScan PRO' ya ait ROC eğrisi Şekil 4.6' da gösterilmiştir.



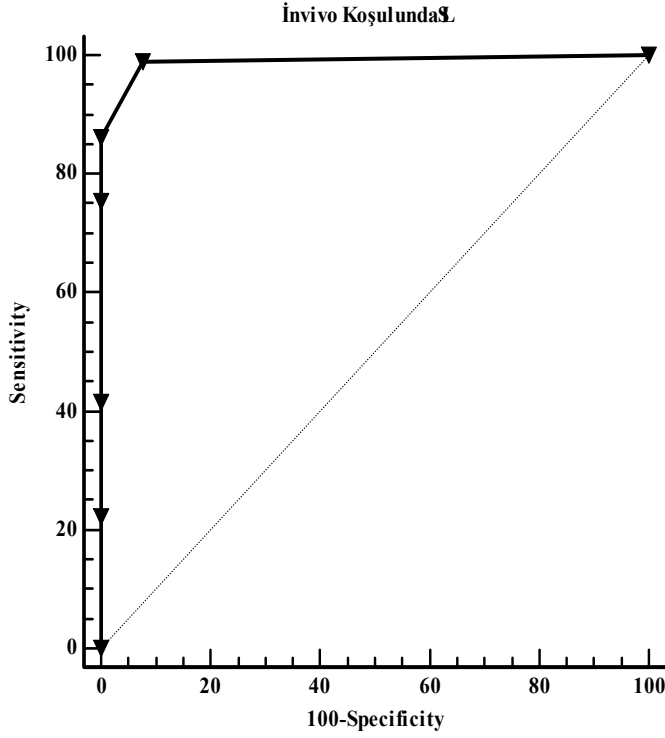
Şekil 4.4 In vivo koşullar altında radyografik muayeneye ait ROC eğrisi



Şekil 4.5 In vivo koşullar altında DIAGNOdent pen'e ait ROC eğrisi



Şekil 4.6 In vivo koşullar altında CarieScan PRO'ya ait ROC eğrisi



Şekil 4.7 In vivo koşullar altında SoprLife kamera'ya ait ROC eğrisi

SoprLife kamera için in vivo koşullarda sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değeri  $>0$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,98, seçicilik değeri 0,92' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,98' dir. SoprLife kamera' ya ait ROC eğrisi Şekil 4.7' de gösterilmiştir.

Görsel muayene, radyografik muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoprLife kamera yöntemlerinin skorları in vivo koşullar altında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre ROC analizi ile değerlendirilmiş ROC eğrisi altında kalan alanlar, duyarlılık, seçicilik ve eşik değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11 In vivo koşullar altında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre çürük teşhis yöntemlerine ait eşik değerler, bu değerleri veren duyarlılık ve seçicilik değerleri, ROC eğrisi altında kalan alanlar**

Yöntemler	ROC Eğrisi Altındaki Alan	Eşik değer	Duyarlılık	Seçicilik
Görsel Muayene	0,95*	>2	0,86	0,93
Radyografik Muayene	0,88*	>1	0,78	0,92
DIAGNOdent Pen	0,92*	>27	0,84	0,96
CarieScan PRO	0,90*	>56	0,89	0,87
SoproLife kamera	0,94*	>3	0,86	0,92

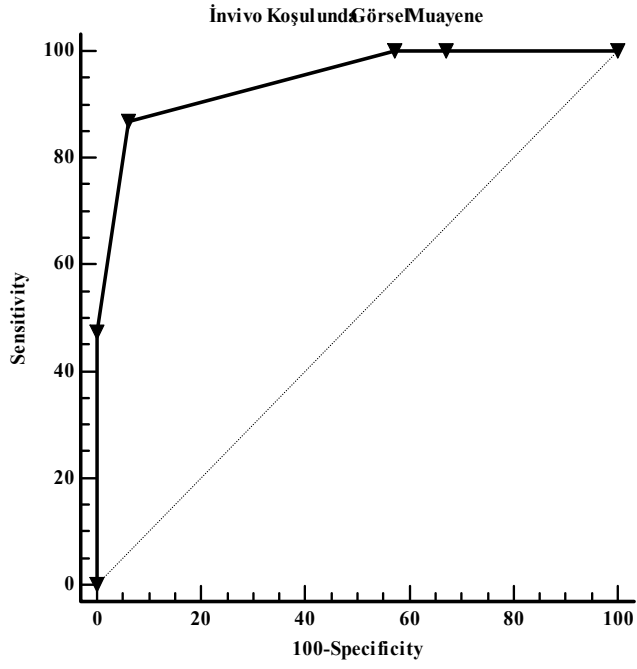
\*Eğri altındaki alanlar  $p < 0,001$  düzeyinde anlamlıdır.

Görsel muayene için in vivo koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü, dentin çürüğünden ayırt eden eşik değer >2 olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,86, seçicilik değeri 0,93' dür. ROC eğrisi altında kalan alan 0,95' tir. Görsel muayeneye ait ROC eğrisi Şekil 4.8' de gösterilmiştir.

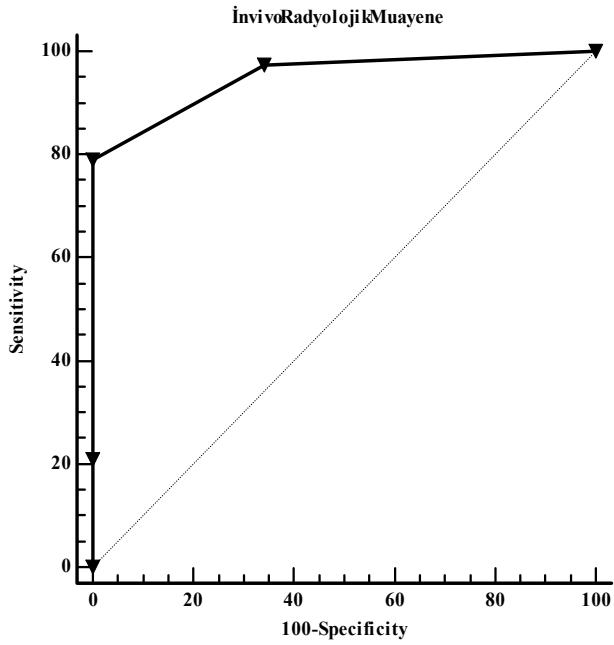
Radyografik muayene için in vivo koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü dentin çürüğünden ayırt eden eşik değer >1 olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,78, seçicilik değeri 0,92' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,88' dir. Radyografik muayeneye ait ROC eğrisi Şekil 4.9' da gösterilmiştir.

DIAGNOdent pen için in vivo koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü dentin çürüğünden ayırt eden eşik değer >27 olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,84, seçicilik değeri 0,96' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,92' dir. DIAGNOdent pen' e ait ROC eğrisi Şekil 4.10' da gösterilmiştir.

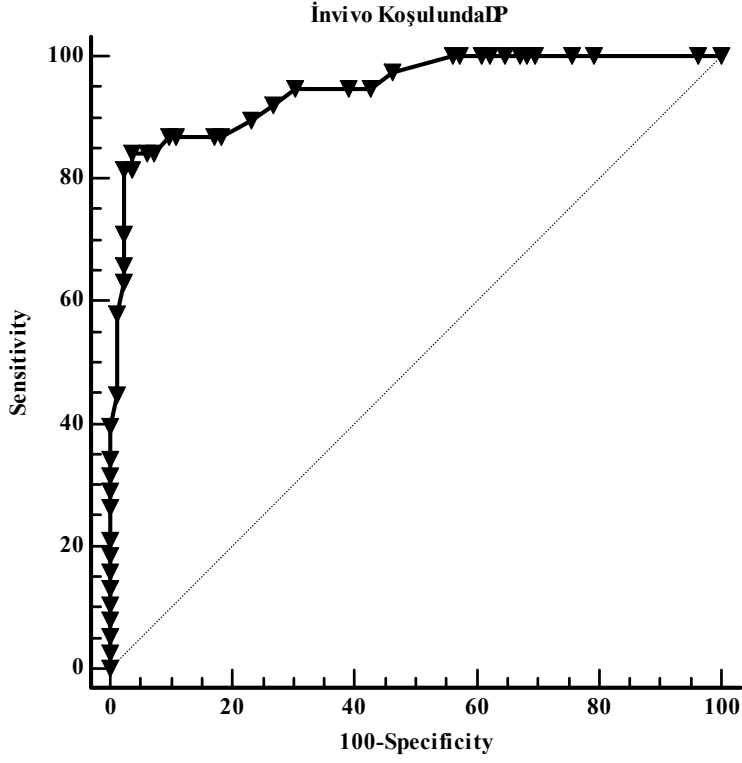
CarieScan PRO için in vivo koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü, dentin çürüğünden ayırt eden eşik değer >56 olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,89, seçicilik değeri 0,87' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,90' dir. CarieScan PRO' ya ait ROC eğrisi Şekil 4.11' de gösterilmiştir.



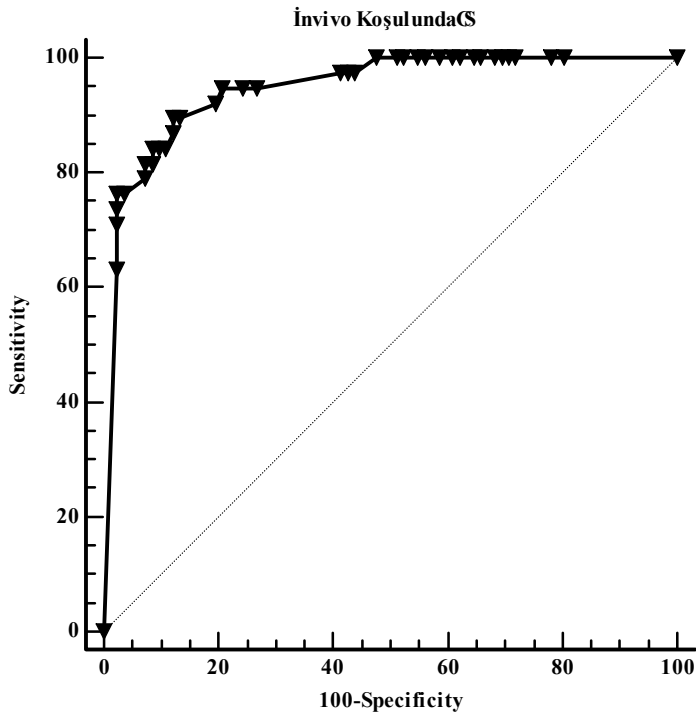
Şekil 4.8 In vivo koşullar altında görsel muayeneye ait ROC eğrisi



Şekil 4.9 In vivo koşullar altında radyografik muayeneye ait ROC eğrisi

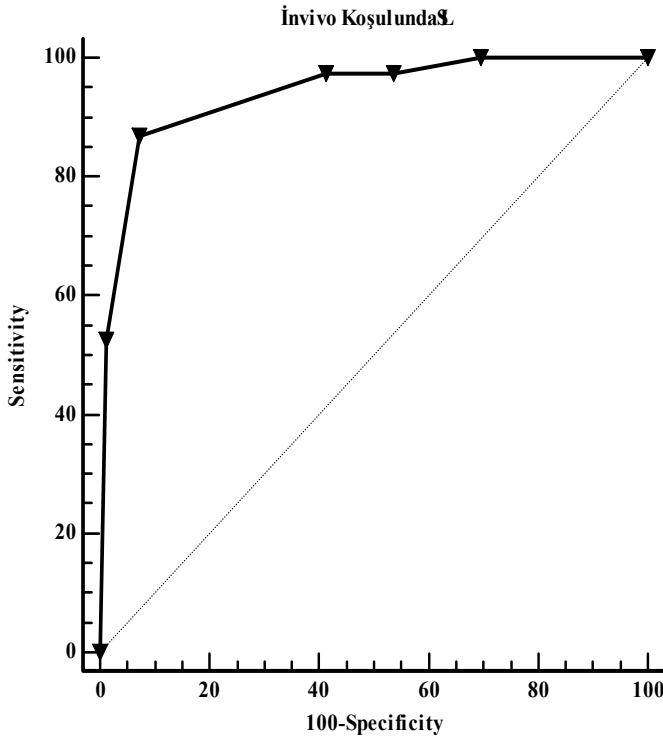


Şekil 4.10 In vivo koşullar altında DIAGNOdent pen'e ait ROC eğrisi



Şekil 4.11 In vivo koşullar altında CarieScan PRO'ya ait ROC eğrisi

SoproLife kamera için in vivo koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü, dentin çürüğünden ayırt eden eşik değeri  $>3$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,86 seçicilik değeri 0,92' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,94' tür. SoproLife kamera' ya ait ROC eğrisi Şekil 4.12' de gösterilmiştir.



Şekil 4.12 In vivo koşullar altında SoproLife kamera'ya ait ROC eğrisi

#### 4.2 In Vitro Aşamaya Ait Bulgular

Çalışmanın in vitro aşamasından elde edilen bulgular;

- $D_1$  ve  $D_3$  histolojik eşik değerlerine göre her bir gözlemci için kullandıkları çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerlerine ait bulgular
- $D_1$  ve  $D_3$  eşik değerlerine göre çürük teşhis yöntemleri ile histoloji sonuçları arasındaki uyuma ait bulgular
- Çürük teşhis yöntemlerinin  $D_1$  ve  $D_3$  histolojik eşik değerlerine göre ROC eğrileri ve altında kalan alanlara ait bulgular

#### **4.2.1 D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> Histolojik Eşik Değerlerine Göre Her Bir Gözlemci İçin Çürük Teşhis Yöntemlerinin Duyarlılık, Seçicilik, Pozitif Kestirim, Negatif Kestirim, Doğruluk Oranı Değerlerine Ait Bulgular**

In vitro koşullar altında D<sub>1</sub> histolojik eşik değerlerine göre her bir gözlemcinin okluzal çürüklerin teşhisinde kullandıkları görsel muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO ve SoproLife kamera yöntemlerine ait duyarlılık (sensitivite), seçicilik (spesifisite), pozitif kestirim değeri, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri Çizelge 4.12' de gösterilmiştir.

In vitro şartlarda D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için de 0,98'dir. DIAGNOdent pen' e ait duyarlılık değerleri 1. Gözlemci için 0,92, 2. Gözlemci için 0,88' dir. CarieScan PRO' ya ait duyarlılık değerleri 1. Gözlemci için 0,91, 2. Gözlemci için 0,92' dir. SoproLife kamera' ya ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için de 0,98' dir.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek duyarlılık değerlerini veren yöntem SoproLife kamera ve görsel muayene olarak belirlenmiş fakat tüm yöntemler yüksek duyarlılık değeri göstermiştir.

In vitro şartlarda D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için de 0,96' dır. DIAGNOdent pen' e ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için de 0,94' tür. CarieScan PRO' ya ait seçicilik değerleri 1. Gözlemci için 0,96, 2 gözlemci için 0,88' dir. SoproLife kamera' ya ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için de 0,96' dır.

Tüm yöntemler içerisinde her iki gözlemcinin de sağlam olan dişleri tespit edebilmesine olanak sağlayan en yüksek seçicilik değerlerini veren yöntemler görsel muayene ve SoproLife kamera olarak belirlenmiş sonrasında yöntemler DIAGNOdent pen ve CarieScan PRO şeklinde sıralanmıştır.

In vitro şartlarda D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,98' dir. DIAGNOdent pen' e ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,94' tür. CarieScan PRO' ya ait pozitif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,98, 2. Gözlemci için 0,96' dir. SoproLife kamera' ya ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci içinde 0,98' dir.

Tüm çürük teşhis yöntemlerinde her iki gözlemci için de yüksek pozitif kestirim değerleri elde edilmiştir.



Çizelge 4.12  $D_1$  eşik değerine göre her bir gözlemci için kullandıkları çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri

Yöntemler	Duyarlılık	Seçicilik	Pozitif kestirim	Negatif kestirim	Doğruluk Oranı
<b>Gözlemci 1</b>					
Görsel Muayene	0,98	0,96	0,98	0,96	0,99
DIAGNOdent Pen	0,92	0,94	0,94	0,78	0,94
CarieScan PRO	0,91	0,96	0,98	0,75	0,93
SoproLife kamera	0,98	0,96	0,98	0,96	0,99
<b>Gözlemci 2</b>					
Görsel Muayene	0,98	0,96	0,98	0,96	0,99
DIAGNOdent Pen	0,88	0,94	0,94	0,70	0,91
CarieScan PRO	0,92	0,88	0,96	0,76	0,92
SoproLife kamera	0,98	0,96	0,98	0,96	0,99

In vitro şartlarda  $D_1$  histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,96' dır. DIAGNOdent pen' e ait negatif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,78, 2. Gözlemci için 0,70' dir. CarieScan PRO' ya ait negatif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,75, 2. Gözlemci için 0,76' dır. SoproLife kamera' ya ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,96' dır.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek negatif kestirim değerlerini veren yöntemler SoproLife kamera ve görsel muayene, en düşük negatif kestirim değerlerini veren yöntem ise DIAGNOdent pen olarak belirlenmiştir.

In vitro şartlarda  $D_1$  histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için de 0,99' dur. DIAGNOdent pen' e ait doğruluk oranı değerleri 1. Gözlemci için 0,94, 2. Gözlemci için 0,91' dir. CarieScan PRO' ya ait en yüksek doğruluk oranı değeri 1. Gözlemci için 0,93, 2. Gözlemci için 0,92' dir. SoproLife kamera' ya ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için 0,99' dur.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek doğruluk oranı değerlerini veren yöntemler SoproLife kamera ve görsel muayene olarak belirlenmiştir.

In vitro koşullar altında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerlerine göre her bir gözlemcinin okluzal çürüklerin teşhisinde kullandıkları görsel muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO ve SoproLife kamera yöntemlerinin duyarlılık (sensitivite), seçicilik (spesifisite), pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri Çizelge 4.13' te gösterilmiştir.

In vitro şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için de 0,89'dur. DIAGNOdent pen' e ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için 0,78' dir. CarieScan PRO' ya ait duyarlılık değerleri 1. Gözlemci için 0,50, 2. Gözlemci için 0,47' dir. SoproLife kamera' ya ait duyarlılık değerleri her iki gözlemci için de 0,86' dır.

Tüm yöntemler içerisinde her iki gözlemcinin de dentin çürüğü olan dişleri tespit edebilmesine olanak sağlayan en yüksek duyarlılık değerlerini veren yöntemler görsel muayene ve SoproLife kamera, en düşük duyarlılık değerini veren yöntem ise CarieScan PRO olarak belirlenmiştir.

In vitro şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait seçicilik değerleri 1. Gözlemci için 0,92, 2. Gözlemci için 0,91' dir. DIAGNOdent pen' e ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için de 0,97' dir. Cariescan PRO' ya ait seçicilik değerleri her iki gözlemci için de 0,90' dır. SoproLife kamera' ya ait seçicilik değerleri 1. Gözlemci için 0,93, 2. Gözlemci için 0,92' dir.

Tüm yöntemler içerisinde her iki gözlemcinin de dentin çürüğü olmayan dişleri tespit edebilmesine olanak sağlayan en yüksek seçicilik değerlerini veren yöntem DIAGNOdent pen, en düşük seçicilik değerlerini veren yöntem CarieScan PRO olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.13 D<sub>3</sub> eşik değerine göre her bir gözlemci için kullandıkları çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik, pozitif kestirim, negatif kestirim ve doğruluk oranı değerleri

Yöntemler	Duyarlılık	Seçicilik	Pozitif kestirim	Negatif kestirim	Doğruluk Oranı
<b>Gözlemci 1</b>					
Görsel Muayene	0,89	0,92	0,85	0,95	0,91
DIAGNOdent Pen	0,78	0,97	0,93	0,90	0,91
CarieScan PRO	0,50	0,90	0,91	0,81	0,84
SoproLife kamera	0,86	0,93	0,86	0,93	0,91
<b>Gözlemci 2</b>					
Görsel Muayene	0,89	0,91	0,82	0,94	0,90
DIAGNOdent Pen	0,78	0,97	0,93	0,90	0,91
CarieScan PRO	0,47	0,90	0,89	0,80	0,83
SoproLife kamera	0,86	0,92	0,84	0,93	0,90

In vitro şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait pozitif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,85, 2. Gözlemci için 0,82' dir. DIAGNOdent pen' e ait pozitif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,93' dür. CarieScan PRO' ya ait pozitif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,91, 2. Gözlemci için 0,89' dur. SoproLife kamera' ya ait pozitif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,86, 2. Gözlemci için 0,84' tür.

Tüm yöntemler içerisinde her iki gözlemci için de en yüksek pozitif kestirim değerleri veren yöntem DIAGNOdent pen, en düşük pozitif kestirim değerleri veren yöntem görsel muayene olarak belirlenmiştir.

In vitro şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait negatif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,95, 2. Gözlemci için 0,94' tür. DIAGNOdent pen' e ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,90' dır. CarieScan PRO' ya ait negatif kestirim değerleri 1. Gözlemci için 0,81, 2. Gözlemci için 0,80' dir. SoproLife kamera' ya ait negatif kestirim değerleri her iki gözlemci için de 0,93' tür.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek negatif kestirim değerlerini veren yöntem görsel muayene ve SoproLife kamera en düşük negatif kestirim değerlerini veren yöntem ise CarieScan PRO olarak belirlenmiştir.

In vitro şartlarda D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre görsel muayeneye ait doğruluk oranı değerleri 1. Gözlemci için 0,91, 2. Gözlemci için 0,90' dır. DIAGNOdent pen' e ait doğruluk oranı değerleri her iki gözlemci için de 0,91' dir. CarieScan PRO' ya ait doğruluk oranı değerleri 1. Gözlemci için 0,84, 2. Gözlemci için 0,83' tür. SoproLife kamera' ya ait doğruluk oranı değerleri 1. Gözlemci için 0,91, 2. Gözlemci için 0,90' dır.

Tüm yöntemler içerisinde en yüksek doğruluk oranı değerleri veren yöntemler görsel muayene, DIAGNOdent pen ve SoproLife kamera, en düşük doğruluk oranı veren yöntem ise CarieScan PRO olarak belirlenmiştir.

#### 4.2.2 D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> Eşik Değerlerine Göre Çürük Teşhis Yöntemleri ile Histoloji Sonuçları Arasındaki Uyuma Ait Bulgular

D<sub>1</sub> eşik değerine göre in vitro koşullar altında yapılan görsel muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera değerlendirmelerinin altın standart kabul edilen histolojik değerlendirme sonuçları ile uyumu istatistiksel olarak Kappa analizi ile değerlendirilmiş sonuçlar Çizelge 4.14' te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14 D<sub>1</sub> eşik değerine göre in vitro koşullarda gözlemcilerin kullanmış oldukları çürük teşhis yöntemlerinin histolojik kesitlerle uyumluluğu

Yöntemler	Gözlemci	$\kappa$	p
Görsel Muayene	1	0,95	<0,001
	2	0,95	<0,001
DIAGNOdent Pen	1	0,84	<0,001
	2	0,77	<0,001
CarieScan PRO	1	0,80	<0,001
	2	0,77	<0,001
SoproLife kamera	1	0,95	<0,001
	2	0,95	<0,001

In vitro koşullar altında elde edilen verilerde görsel muayene skorları ile histolojik kesitler arasında çok iyi derecede uyum görülmüştür. Bu uyum her iki gözlemci için 0,95' tir. DIAGNOdent pen skorları ile histolojik kesitler arasında 1. Gözlemci için çok iyi derecede uyum (0,84) 2. Gözlemci için iyi derecede uyum (0,77) görülmüştür. CarieScan PRO skorları ile histolojik kesitler arasında iyi derecede uyum görülmüştür. Bu uyum 1. Gözlemci için 0,80, 2. Gözlemci için 0,77' dir. SoproLife kamera skorları ile histolojik kesitler arasında çok iyi derecede uyum görülmüştür. Bu uyum her iki gözlemci için 0,95' tir.

Kappa analizinden elde edilen p değerlerine bakıldığında yöntemlerden elde edilen verilerle histolojik değerlendirme sonuçları arasındaki uyumun anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0,001$ ).

Muayene yöntemlerinden histolojik kesitlerle uyumluluğu yüksek olan yöntemler SoproLife kamera (1. ve 2. Gözlemci 0,95) ve görsel muayene iken (1. ve 2. Gözlemci 0,95) uyumluluğu en düşük olan yöntem CarieScan PRO' dur (1. Gözlemci 0,80; 2. Gözlemci 0,77).

D<sub>3</sub> eşik değerine göre in vitro koşullar altında yapılan görsel muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera değerlendirmelerinin altın standart kabul edilen histolojik değerlendirme sonuçları ile uyumu istatistiksel olarak Kappa analizi ile değerlendirilmiş sonuçlar Çizelge 4.15' te gösterilmiştir.

In vitro koşullar altında elde edilen verilerde görsel muayene skorları ile histolojik kesitler arasında 1. Gözlemci için çok iyi derecede uyum (0,81), 2. Gözlemci için iyi derecede uyum gözlenmiştir (0,79). DIAGNOdent pen skorları ile histolojik kesitler arasında çok iyi derecede uyum görülmüştür. Bu uyum her iki gözlemci içinde 0,80' dir. CarieScan PRO skorları ile histolojik kesitler arasında orta derecede uyum görülmüştür. Bu uyum 1. Gözlemci için 0,58, 2. Gözlemci için 0,55' tir. SoproLife kamera skorları ile histolojik kesitler arasında 1. Gözlemci için çok iyi derecede uyum (0,91), 2. Gözlemci için iyi derecede uyum (0,79) görülmüştür.

Kappa analizinden elde edilen p değerlerine bakıldığında yöntemlerden elde edilen verilerle histolojik değerlendirme sonuçları arasındaki uyumun anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0,001$ ).

Muayene yöntemlerinden histolojik kesitlerle uyumluluğu yüksek olan yöntemler görsel muayene, DIAGNOdent pen ve SoproLife kamera' dır. CarieScan PRO' nun histolojik kesitlerle uyumluluğu diğer yöntemlere göre düşüktür.

Çizelge 4.15 D<sub>3</sub> eşik değerine göre in vivo koşullarda gözlemcilerin kullanmış oldukları çürük teşhis yöntemlerinin histolojik kesitlerle uyumluluğu

Yöntemler	Gözlemci	$\kappa$	p
Görsel Muayene	1	0,81	<0,001
	2	0,79	<0,001
DIAGNOdent Pen	1	0,80	<0,001
	2	0,80	<0,001
CarieScan PRO	1	0,58	<0,001
	2	0,55	<0,001
SoproLife kamera	1	0,91	<0,001
	2	0,79	<0,001

#### 4.2.3 Çürük Teşhis Yöntemlerinin D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> Histolojik Eşik Değerlerine Göre ROC Eğrileri ve Altında Kalan Alanlara Ait Bulgular

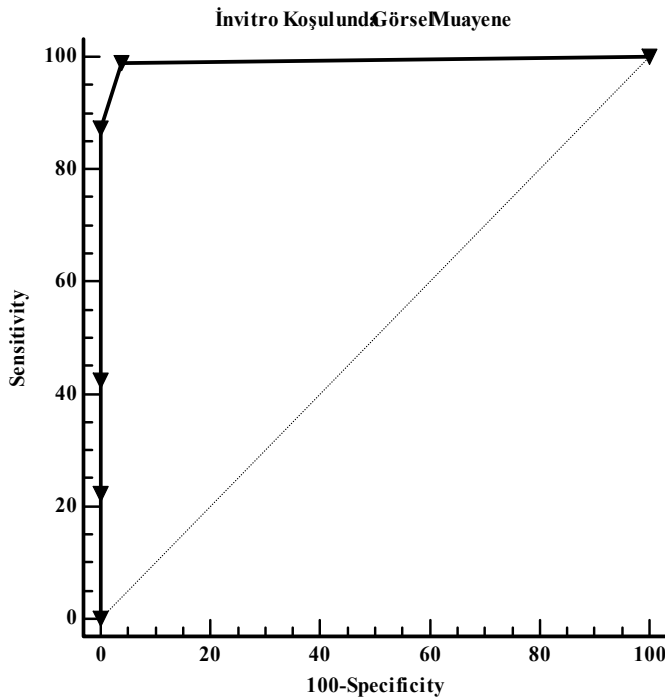
Gözle muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera yöntemlerinin skorları in vitro koşullar altında D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre ROC analizi ile değerlendirilmiş ROC eğrisi altında kalan alanlar, duyarlılık, seçicilik ve eşik değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 In vitro koşullar altında D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre kullanılan çürük teşhis yöntemlerine ait eşik değerler, bu değerleri veren duyarlılık ve seçicilik değerleri, ROC eğrisi altında kalan alanlar

Yöntemler	ROC Eğrisi Altındaki Alan	Eşik değer	Duyarlılık	Seçicilik
Görsel Muayene	0,97*	>0	0,98	0,96
DIAGNOdent Pen	0,90*	>6	0,97	0,90
CarieScan PRO	0,85*	>9	0,90	0,86
SoproLife kamera	0,98*	>0	0,98	0,96

\*Eğri altındaki alanlar  $p < 0,001$  düzeyinde anlamlıdır.

Görsel muayene için in vitro koşullarda sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değer  $>0$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,98, seçicilik değeri 0,96' dır. ROC eğrisi altında kalan alan 0,97' dir. Görsel muayeneye ait ROC eğrisi Şekil 4.13' te gösterilmiştir.



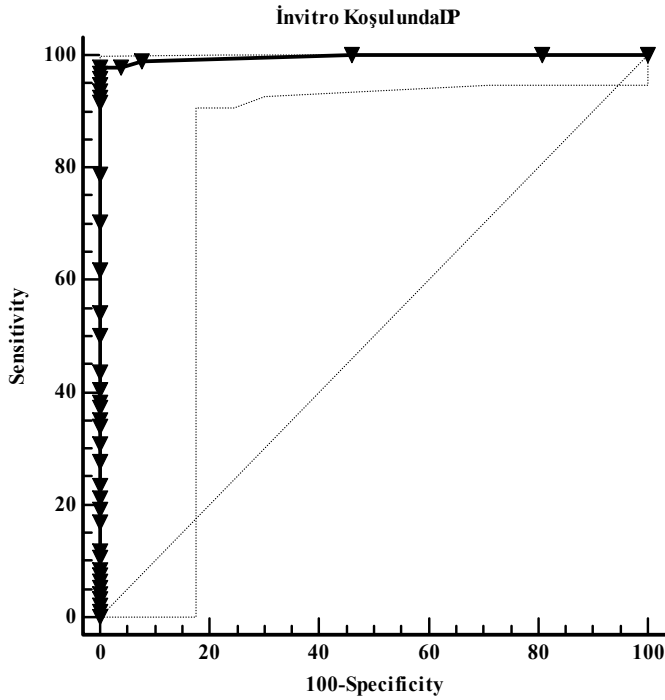
Şekil 4.13 In vitro koşullarda görsel muayeneye ait ROC eğrisi

DIAGNOdent pen için in vitro koşullarda sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değer  $>7$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık

değeri 0,97, seçicilik değeri 0,90' dır. ROC eğrisi altında kalan alan 0,90' dır. DIAGNOdent pen' e ait ROC eğrisi Şekil 4.14' te gösterilmiştir.

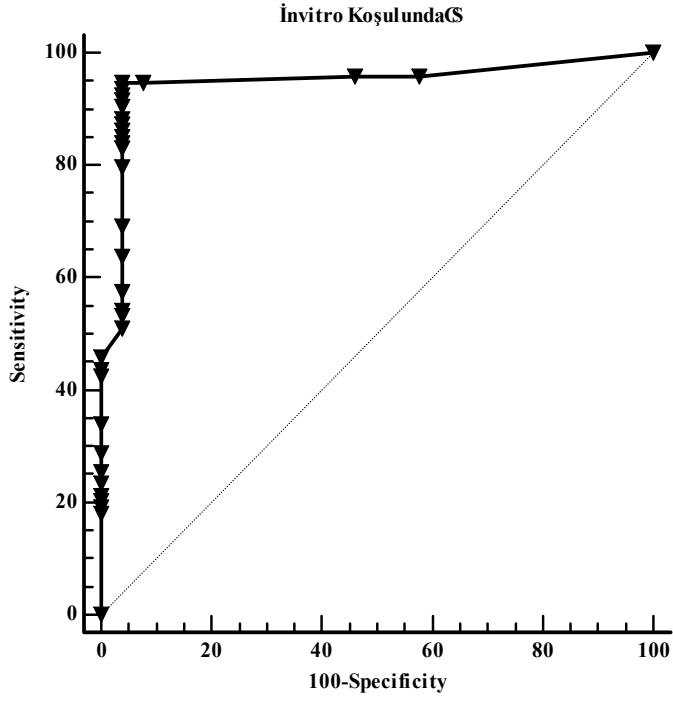
CarieScan PRO için in vitro koşullarda sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değeri >9 olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,90, seçicilik değeri 0,86' dır. ROC eğrisi altında kalan alan 0,85' tir. CarieScan PRO' ya ait ROC eğrisi Şekil 4.15' te gösterilmiştir.

SoproLife kamera için in vitro koşullarda sağlam dişler ile çürüğün mineye ulaştığı dişleri ayırt eden eşik değeri >0 olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,98, seçicilik değeri 0,96' dır. ROC eğrisi altında kalan alan 0,98' dir. SoproLife kamera' ya ait ROC eğrisi Şekil 4.16' da gösterilmiştir.

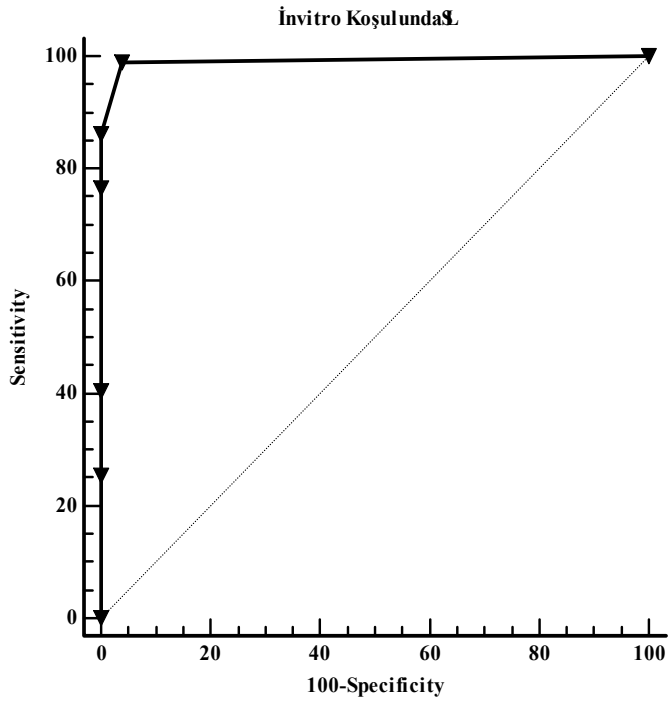


Şekil 4.14 In vitro koşullarda DIAGNOdent pen' e ait ROC eğrisi





Şekil 4.15 In vitro koşullarda CarieScan PRO'ya ait ROC eğrisi



Şekil 4.16 In vitro koşullarda SoproLife kamera'ya ait ROC eğrisi

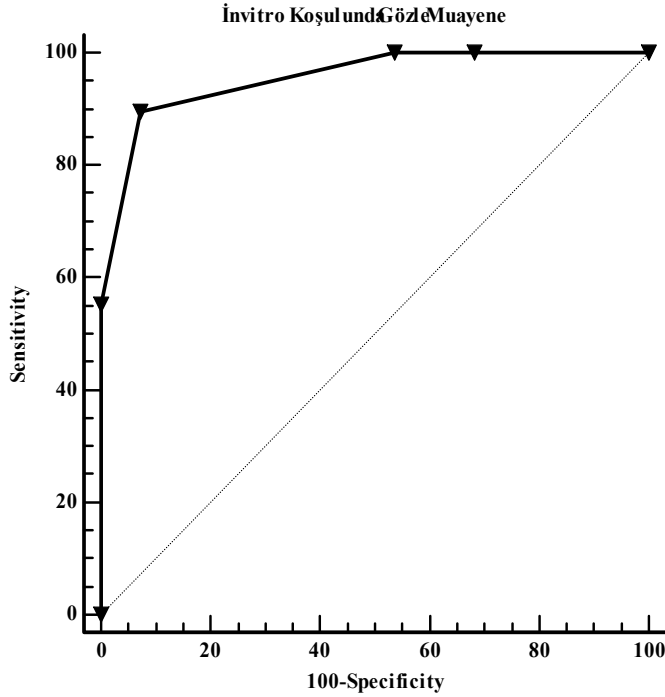
Görsel muayene, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO, SoproLife kamera yöntemlerinin skorları in vitro koşullar altında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre ROC analizi ile değerlendirilmiş ROC eğrisi altında kalan alanlar, duyarlılık, seçicilik ve eşik değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 In vitro koşullar altında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre kullanılan çürük teşhis yöntemlerine ait eşik değerler, bu değerleri veren duyarlılık ve seçicilik değerleri, ROC eğrisi altında kalan alanlar

<b>Yöntemler</b>	<b>ROC Eğrisi Altındaki Alan</b>	<b>Eşik değer</b>	<b>Duyarlılık</b>	<b>Seçicilik</b>
Görsel Muayene	0,96*	>2	0,89	0,92
DIAGNOdent Pen	0,95*	>23	0,84	0,96
CarieScan PRO	0,90*	>49	0,65	0,97
SoproLife kamera	0,96*	>3	0,86	0,93

\*Eğri altındaki alanlar  $p < 0,001$  düzeyinde anlamlıdır.

Görsel muayene için in vitro koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü, dentin çürüğünden ayırt eden eşik değer >2 olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,89, seçicilik değeri 0,92' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,96' dır. Görsel muayeneye ait ROC eğrisi Şekil 4.17' de gösterilmiştir.

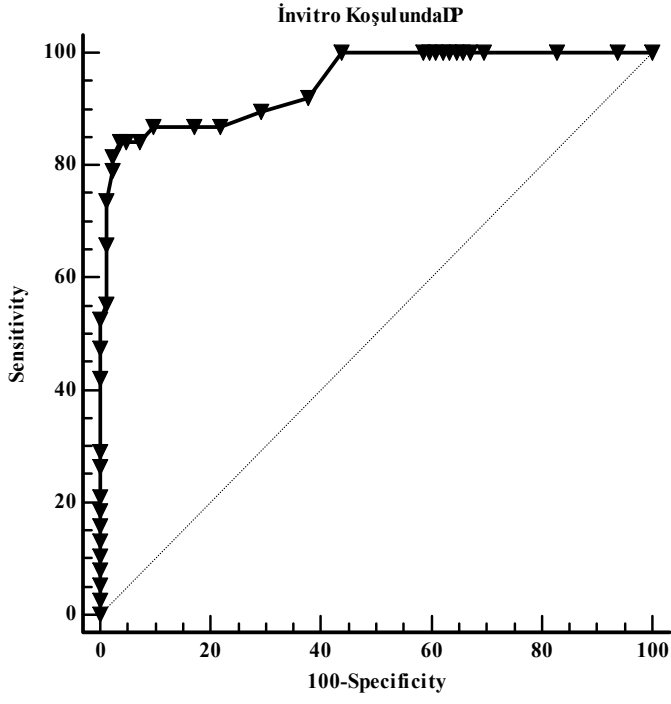


Şekil 4.17 In vitro koşullarda görsel muayeneye ait ROC eğrisi

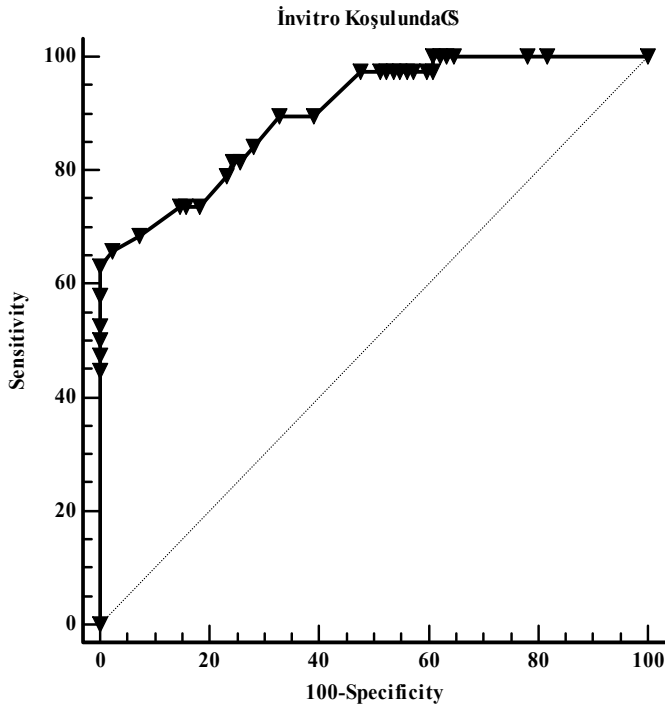
DIAGNOdent pen için in vitro koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü, dentin çürüğünden ayırt eden eşik değer  $>23$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,84, seçicilik değeri 0,96' dır. ROC eğrisi altında kalan alan 0,95' dir. DIAGNOdent pen' e ait ROC eğrisi Şekil 4.18' de gösterilmiştir.

CarieScan PRO için in vitro koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü, dentin çürüğünden ayırt eden eşik değer  $>49$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,65, seçicilik değeri 0,97' dir. ROC eğrisi altında kalan alan 0,90' dır. CarieScan PRO' ya ait ROC eğrisi Şekil 4.19' da gösterilmiştir.

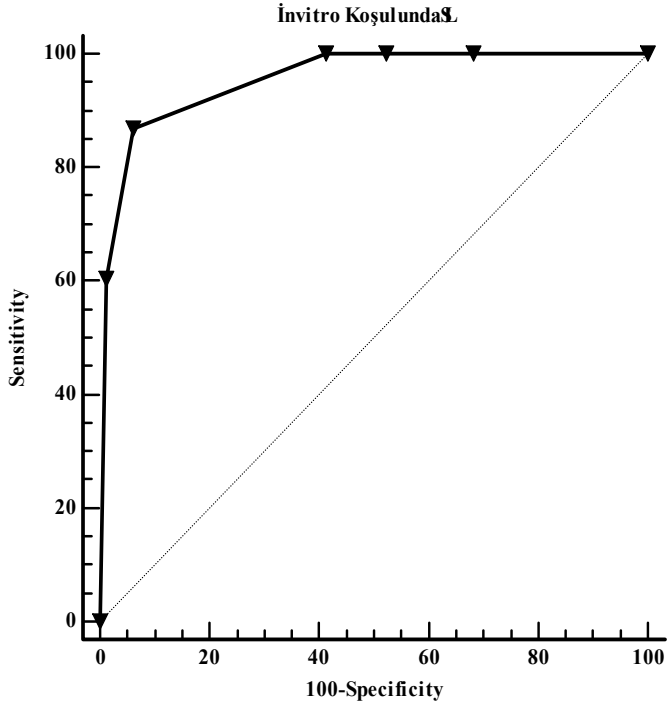
SoproLife kamera için in vitro koşullarda sağlam dişleri ve mine çürüğünü, dentin çürüğünden ayırt eden eşik değer  $>3$  olarak belirlenmiştir. Bu değeri veren duyarlılık değeri 0,86, seçicilik değeri 0,93' dür. ROC eğrisi altında kalan alan 0,96' dır. SoproLife kamera' ya ait ROC eğrisi Şekil 4.20' de gösterilmiştir.



Şekil 4.18 In vitro koşullarda DIAGNOdent pen'e ait ROC eğrisi



Şekil 4.19 In vitro koşullarda CarieScan PRO'ya ait ROC eğrisi



Şekil 4.20 In vitro koşullarda SoproLife kamera'ya ait ROC eğrisi

## 5. TARTIŞMA

Diş çürüğü epidemiyolojisinde birçok faktörün rol oynadığı kronik enfeksiyöz bir hastalıktır. Eski çağlardan beri varlığı bilinmesine rağmen günümüzde görülme sıklığı artmıştır. Çürüklerin görülme sıklığının azaltılması amacıyla özellikle gelişmiş ülkelerde koruyucu uygulamalara ağırlık verilmiştir. Koruyucu uygulamaların en önemli basamaklarından biri çürüklerin erken teşhisidir. Özellikle okluzal çürüklerin morfolojik yapıları sebebiyle teşhisi zordur. Kavitasyon oluşmamış okluzal çürükler gözden kaçarak dokuda büyük yıkımlara, ağrı ve hassasiyete sebep olabilmektedir. Ancak erken dönemde yapılacak doğru ve güvenilir bir teşhis bu olumsuzlukları ortadan kaldıracaktır. Süt dişlerinde mine ve dentin kalınlığının ve mineral yoğunluğunun daimi dişlere oranla daha az olması sebebiyle çürük daha hızlı derin dokulara ilerler bu yüzden süt dişlerinde çürük lezyonlarının erken teşhisi daha fazla önem arz etmektedir [59].

Çürük teşhisinde çok sayıda yöntem diş hekimliği pratiğinde kullanılmaktadır. İdeal çürük teşhis yöntemi basit, girişimsel olmayan, geçerli ve güvenilir olma, hastalıklı ve sağlıklı dokuyu doğru teşhis edebilme, kolay uygulanabilme gibi özelliklere sahip olmalıdır [64]. Bu özellikleri bir arada bulunduran çürük teşhis yöntemini bulmaya yönelik araştırmalar yapılmaktadır.

Geleneksel çürük teşhis yöntemleri hekimlerin sıklıkla başvurdukları görsel ve radyografik muayeneden oluşmaktadır. Görsel muayene yöntemini geliştirmek için çürüğün gelişim safhasındaki özelliklerine dayanan sınıflama kriterleri geliştirilmiştir. 1997' den beri sıklıkla kullanılan Extrand ve ark. [169] önerdiği sınıflama kriterlerinin zamanla yetersiz kaldığı görülmüş ve çürük teşhisi için yeni görsel sınıflama kriterleri kullanılmaya başlanmıştır. 2002 yılından bugüne kadar ortaya konulmuş olan çürük teşhis kriterlerinin en iyi özellikleri alınarak ICDAS sınıflandırma kriteri sunulmuş ardından 2005 yılında yeniden düzenlenerek ICDAS II adını almıştır [72]. ICDAS II kriterlerinin hem süt hem de daimi dişlerde başarı ile kullanılabileceği yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir [9, 11, 74, 75, 78, 79].

Geleneksel radyografilerin yüksek doz X ışını, banyo işlemleri esnasındaki zorluklar, banyo solüsyonlarına bağlı olarak meydana gelen çevre kirliliği gibi dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla da dijital teknikler geliştirilmiştir. Dijital

teknikler kolay uygulanabilme, görüntü arşivi sağlayabilmesi, düşük doz X ışını içermesi, kısa sürede görüntü elde edilmesi gibi avantajlarına rağmen erken dönem okluzal çürüklerin teşhisinde yetersiz kalmaktadır [9, 133, 137, 139].

Geleneksel çürük teşhis yöntemlerinin subjektif bulgular içermesi ve başlangıç çürüklerinde yetersiz kalması yeni yöntem ve cihazların geliştirilmesine neden olmuş ve böylece çürük lezyonunun hem erken aşamada hem de objektif kriterlerle değerlendirilme şansını doğurmuştur [8, 65]. Elektrik iletkenliğinin sağlam ve çürük dokular arasında iletkenlik farklılığı esasına dayanan CarieScan PRO, sağlam ve çürük dokuların farklı floresans özelliklerini esas alarak çalışan DIAGNOdent pen ve lazer floresans cihazının avantajlarını ağız içi kamerayla birleştiren SoproLife kamera bu geliştiren cihazlardan bazılarıdır. Literatürde geleneksel ve yeni geliştirilen çürük teşhis yöntemleri ile ilgili çok sayıda araştırma varken süt dişleri ile ilgili yapılan araştırmalar nispeten daha azdır. Süt dişleri farklı anatomik, morfolojik ve fizyolojik karaktere sahip olduğundan daimi dişler üzerinde yapılan araştırmalardan süt dişlerine çıkarım yapmak doğru değildir. CarieScan PRO ve SoproLife kamera gibi cihazlar kullanıma yeni girmiş olup süt dişleri üzerinde yapılmış çalışma sayısı çok azdır. Tez çalışmamızda ICDAS II, dijital radyografi ile birlikte CarieScan PRO, DIAGNOdent pen ve SoproLife kamera' nın süt dişleri üzerindeki etkinliğinin değerlendirilmesi ve literatüre katkı yapılması amaçlanmıştır.

İn vitro çalışmalar bakteri plağı ve pelikül varlığı, tükürük ve yumuşak dokular olmadığından in vivo ortamdan daha iyi koşullarda değerlendirilmekte ve aynı zamanda laboratuvar çalışmaları lezyon genişliğini daha doğru değerlendiren histopatolojik incelemeye izin vermektedir. Klinik koşullarda gerçekleştirilen çürük teşhisinde altın standart olarak kullanılan histolojik değerlendirmenin yapılabilmesi için dişlerin çekilmesi gerekmekte ve bu durum etik problem oluşturmaktadır. Bizim çalışmamızda düşme zamanı gelmiş radyografik olarak çekim endikasyonu konulmuş süt dişleri kullanılmış olup etik açıdan bir sorun teşkil etmemiştir. Süt dişleri üzerinde yapılan in vivo çalışmaların gerektiği durumlarda istenilen kadar nem kontrolü sağlamanın ve radyografi alma veya yöntem uygulama esnasında kooperasyon kurmanın güç olabileceği gibi bazı zorlukları vardır [63]. Novaes ve ark. süt dişi aproksimal çürüklerin teşhisinde farklı tanı metotlarının kullanımından sonra rahatsızlık belirten çocukların performanslarına olan etkisini araştırmışlar ve rahatsızlık belirten çocuklarda yanlış pozitif veya negatif sonuçları çıktığından bu durumun yöntemlerin

performanslarını etkilediğini belirtmişlerdir [127]. Bizim çalışmamızda yer alan hastalar 9- 12 yaş arasında olup kooperasyon sağlamakta sıkıntı yaşanmamıştır. Literatürde in vitro çalışmalardan klinik durumlar için sonuç çıkarımı ile ilgili bir tartışma söz konusudur bu sebeple in vitro çalışmalardan çıkarılan sonuçlar klinik durumlar için dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır. Araştırmacılar etik sebeplerden dolayı çürük teşhisi için kullanılan yeni yöntemlerin laboratuvar aşamasında gerekli değerlendirmelerin yapılmasının ardından, rutin klinik pratiğe geçmeden önce in vivo çalışmalarla değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir [172]. Bizim çalışmamız hem in vivo hem in vitro koşullarda gerçekleştirilmiştir, böylece çürük teşhis yöntemlerinin etkinliği her iki koşulda değerlendirilip karşılaştırılması sağlanmıştır.

Çürüğün gözle görülen ilk aşaması aslında demineralizasyonun gerçekleşmiş olduğu bir aşamadır. Hekimler için kavitasyon oluşmuş bir çürüğün teşhisi oldukça kolayken erken aşamada çürük tespiti zordur. Tez çalışmamızın birincil amacı erken dönem okluzal çürük lezyonlarının doğru bir şekilde tespit edilebilmesidir. Bu sebeple kavitasyon gösteren dişler çalışmaya dahil edilmezken yalnızca okluzal yüzey bütünlüğü bozulmamış önemsiz derecede yıkım bulunan dişler dahil edilmiştir.

Çalışma kriterlerine uygun süt dişi seçilirken öncelikli olarak radyografik inceleme yapılmıştır. Daimi diş indifasına bağlı olarak düşme zamanı gelmiş, çekim endikasyonu konulmuş dişler seçilmiştir. Altında daimi diş germi bulunmayan süt dişleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Radyografik inceleme işlemi dijital radyografi ile yapılmış olup hastalar düşük dozda X ışınına maruz kalmıştır. Çalışmamızda radyografik yöntem sadece in vivo koşullarda değerlendirilmiş, in vitro koşullarda değerlendirmeye alınmamıştır [173].

Çalışmamızda ICDAS II ile görsel inceleme yapılmadan önce ilgili diş yüzeyindeki plak ve renklenmeler kıl fırça yardımıyla uzaklaştırılmış ve inceleme esnasında ayna, reflektör ışığı ve hava-su spreyi kullanılmıştır [174]. Kuhnisch ve ark. [175] okluzal yüzeylerde sond kullanımının etkisini SEM (scanning electron microscopy) yardımıyla inceledikleri çalışmalarında sondlanan okluzal pit ve fissürlerde kopmaların, genişlemelerin görüldüğünü, sondlanmamış okluzal yüzeylerde travmatik bir defekte rastlanmadığını belirtmişlerdir. Böylece görsel inceleme boyunca sond kullanımının uygun olmayan bir prosedür olduğunu belirtmişlerdir. Yukarıda bahsedilen araştırmadan yola çıkarak diğer değerlendirme sonuçlarını etkilememesi açısından çalışmamızda görsel inceleme boyunca sond kullanılmamıştır.



Çalışmamızda DIAGNOdent pen cihazı ile yapılan çürük ölçümleri sırasında diş yüzeyinde bulunan diş taşı, plak, gıda artıklarının yanlış pozitif cevaplara sebep olduğu bilinmektedir. Bittar ve ark. [134] süt dişi çürük lezyonlarının teşhisinde DIAGNOdent pen' in performansına plak varlığının etkisini incelemişler ve sonuç olarak plak varlığının DIAGNOdent pen'in performansını belirgin bir şekilde etkilediğini belirtmişlerdir. Hosoya ve ark. [176] DIAGNOdent cihazının ölçümleri öncesinde temizlemenin polisaj patı ile yapılmasının floresans değeri artırdığını ve ölçümleri olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Lussi ve ark. [177] floresans ölçümlere diş macunları ve proflaksi patlarının etkisini araştırdıkları çalışmalarında pat artıklarının pit ve fissürlerde kalabildiğini ve yanlış sonuçlara yol açtığını ifade etmişlerdir. Yukarıda bahsedilen araştırma sonuçları dikkate alınarak çalışmamızda dişleri temizleme esnasında polisaj patı kullanılmamıştır.

DIAGNOdent pen cihazı ile elde edilen ölçümlerin değerlendirilmesi ve uygulanacak tedavi için üretici firma skala önermiştir. Fakat Neuhaus ve ark. [9], Novaes ve ark. [133] ve Souza ve ark. [82] çalışmalarında üretici firmanın önerdiği skaladan farklı skalalar kullanmışlardır. Çalışmamızda bizimle benzer şekilde süt dişi üzerinde in vivo koşullar altında DIAGNOdent pen cihazının etkinliğini araştıran Cinar ve ark. çalışmalarında kullandıkları skala kullanılmıştır [137].

Çalışmamızda elektrik akımı iletkenliği esasına dayanan CarieScan PRO cihazının kullanımı esnasında dudak klibinin yerleştirilmesine, akımın devamlılığının sağlanmasına ve diş yüzeyinin aşırı kurutulmamasına dikkat edilmiştir. Üretici firma diş yüzeyinin izole edilip 5 sn boyunca kurutulmasını tavsiye etmiştir. Teo ve ark. [163] süt dişleri üzerinde CarieScan PRO cihazını değerlendirdikleri çalışmalarında aşırı derecede kurutulmuş bir dişte elektrik akımı olmadığını ve tüm dişlerin sağlamış gibi skor verdiği belirterek dişi kurutma süresini 3 sn' ye düşürmüşlerdir. Çalışmamızda diş yüzeyleri 3 sn kurutularak ölçüm yapılmıştır. Üretici firma süt dişleri için farklı bir skala belirtmemiştir fakat süt dişleri morfolojik ve histolojik olarak daimi dişlerden farklıdır, bu durumun elde edilen sonuçların etkilenmesine neden olacağı düşüncesindeyiz. Elde edilen ölçüm değerleri süt dişleri üzerinde in vivo ve in vitro koşullarda CarieScan PRO' nun etkinliğini değerlendiren Teo ve ark. [163] kullandıkları eşik değerler ile Tassery ve ark. [142] derleme çalışmalarında sundukları CarieScan PRO cihazı için, Mikro-CT ve görsel inceleme ile onaylanmış referans değerlerine karşılık gelen ölçüm değerleri ile değerlendirilmiştir.

Ağız içi kamera ile lazer floresans cihazın özelliklerini birleştiren SoproLife kamera'nın daylight, diagnostik ve tedavi modu olmak üzere 3 farklı vardır. Çalışmamızda okluzal çürüklerin teşhisi için diagnostik modu yani mavi floresans modu kullanılmıştır. Elde edilen görüntüler Sopro Imaging yazılım ile kaydedilmiş ve Rechmann ve ark. [140] kullandıkları mavi floresans kodları ile değerlendirilmiştir. SoproLife kamera yeni kullanıma girmiş bir cihazdır, bu sebeple literatürde SoproLife kamera kullanılarak yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Süt dişlerindeki okluzal çürükler üzerinde SoproLife kamera kullanılarak teşhis yapılan ilk çalışma Theocharopoulou ve ark. [147] aittir.

Çalışmamızın in vivo değerlendirmeleri yapıldıktan sonra in vitro değerlendirmelere geçmeden önce dişler 2 hafta +4<sup>0</sup>C de salin solüsyonunda ve cam şişelerde saklanmıştır [174]. Özellikle lazer floresans cihazlarının hem dehidratasyondan hem de saklama solüsyonlarından etkilendiği belirtilmiştir [174, 178]. Francescut ve ark. [178] farklı saklama solüsyonlarının lazer floresans değerlerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında dişlerin organik yapısının bozulmaması ve bakteri üremesinin önlenmesi amacıyla kullanılan kloramin, formalin ve timol gibi solüsyonların floresans değerlerin düşmesine sebep olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca in vitro koşullarda yapılan çalışmalardan elde edilen eşik değerlerin in vivo çalışmalara göre daha düşük olmasına saklama solüsyonlarının ve buna bağlı olarak organik madde kaybının sebep olduğunu fakat -20<sup>0</sup>C de dondurularak veya +4<sup>0</sup>C de saklamanın floresans değerlerine belirgin bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir [178].

In vitro değerlendirmeler de dişlerin çok ıslak ya da çok kuru olmamasına dikkat edilmiştir. Mendes ve ark. [179] yaptıkları çalışmada lazer floresans cihazını nemli, 3sn kurutulmuş, 15 sn kurutulmuş ve dehidrate olmuş dişler üzerinde değerlendirmiş ve özellikle dehidrate olmuş dişlerde floresans değerlerinin değiştiğini belirtmişlerdir. İn vivo aşamada kullanılan yöntemlerin değerlendirme skalaları ve uygulama prosedürleri in vitro koşullarda aynı şekilde uygulanmış sadece CarieScan PRO cihazının uygulamasında modifikasyon geliştirilmiştir. Teo ve ark. [163] süt dişleri üzerinde CarieScan PRO cihazını değerlendirdikleri çalışmalarında cihazı eldivensiz elle tutup, diş ve cihaz arasındaki elektrik akımının tamamlanabilmesi amacıyla dudak klibini diş yüzeyi ile temas edecek şekilde yerleştirmişlerdir. Çalışmamızın in vitro kısmında CarieScan PRO cihazı yukarıdaki araştırmada bahsedilen şekilde kullanılmıştır.

In vitro değerlendirmeden 2 hafta sonra gözlemcilerin kendi içerisindeki güvenilirliğin belirlenmesi amacıyla, dişler çalışmamızda yer alan yöntemlerle tekrar değerlendirilmiştir. Çürük teşhisi için kullanılan yöntem veya cihazın tekrar edilebilirliği önemli bir kriterdir. Bu nedenle çalışmalarda kullanılan yöntemlerin birden çok gözlemci ile birden fazla kere değerlendirilmesi önerilmiştir [174, 180, 181]. Yöntemlerin güvenilirliğini belirleyen faktörler gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumdur. Tekrar edilebilirliğinin yüksek olması yöntemin güvenilir olduğunu gösterir. Weir ve ark. [182] Sınıf içi korelasyon istatistiğinin (ICC) örneklem büyüklüğünden ve katılımcıların ölçüm değerleri arasındaki değişebilirlikten etkilendiği belirtilerek sadece ICC değerlerine bakılarak güvenilirlik yorumu yapılmasının sakıncalı olabileceği bildirilmiştir. Bu sebeple çalışmamızda güvenilirlik, sınıf içi korelasyon (ICC) değerlerinin yanı sıra Kappa katsayıları hesaplanarak yapılmıştır.

Çalışmamızda en yüksek kappa değerlerini veren yöntemlerin SoproLife kamera ve ICDAS II olduğu bulunmuştur. Landis ve Koch [171] değerlendirme kriterlerine göre hem gözlemci içi hem de gözlemciler arası uyum çok iyi olarak yorumlanmıştır. Gomez ve ark. [83] daimi dişlerin okluzal yüzeylerinde ICDAS, FOTİ, OCT, QLF, SoproLife kamera' nın performanslarını değerlendirdikleri çalışmalarında bulgularımıza paralel olacak şekilde ICDAS (0,85) ve SoproLife kamera (0,88) için gözlemciler arası uyumu yüksek bulmuşlardır. Rechmann ve ark. [140] daimi dişlerin okluzal yüzeyleri üzerinde ICDAS, DIAGNOdent, Spectra Caries Detection Aid ve SoproLife kamera' yı değerlendirdikleri çalışmalarında ICDAS II yöntemi (0,88) için gözlemciler arası uyumu çok iyi bulmuşlardır. Çalışmamızda 2 hafta sonra yapılan değerlendirmeler sonucu gözlemci içi uyum tüm yöntemler için yüksek bulunmuştur. Jablonski- Momeni ve ark. [77] 50 adet çekilmiş molar dişi 1 gün, 1 hafta, 4 hafta sonra değerlendirerek okluzal çürüklerin teşhisinde farklı zaman aralıklarında değerlendirmenin ICDAS II' nin güvenilirliğine etkisini araştırmışlar ve sonuç olarak geçen sürenin gözlemci içi uyuma istatistiksel olarak belirgin bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Shoaib ve ark. [75] süt dişi okluzal çürüklerinin teşhisinde ICDAS II' nin geçerliliğini ve güvenilirliğini araştırdıkları çalışmalarında 112 adet dişi 3 gözlemci ile değerlendirmişler ve sonuç olarak ICDAS II kriterlerinin süt dişleri üzerinde kabul edilebilir bir güvenilirliğinin olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan DIAGNOdent pen ve CarieScan PRO cihazları da yüksek kappa değerleri gösterirken radyografik muayenede daha düşük kappa değerleri

elde edilmiştir. Attrill ve Ashley [63] süt dişlerinde görsel ve radyografik yöntemlerle DIAGNOdent' i karşılaştırdıkları çalışmalarında gözlemciler arası uyumu en düşük olan yöntemi radyografik muayene bulmuşlardır. Teo ve ark. [163] süt dişi okluzal çürükleri üzerinde ICDAS, DIAGNOdent pen ve CarieScan PRO' nun performanslarını inceledikleri çalışmada gözlemciler arası uyumu ICDAS II (0,88) için yüksek DIAGNOdent pen (0,73) için orta, CarieScan PRO (0,46) için düşük bulmuşlardır. Arı ve ark. [15] süt dişleri okluzal çürükleri üzerinde ICDAS II, CarieScan PRO ve low powdered magnification+LED cihazının etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında CarieScan PRO için iyi derecede tekrar edilebilirlik bulmuşlardır. Rodrigues ve ark. [12] okluzal yüzeylerin üzerinde floresans bazlı metotlar, ICDAS, bitewing radyografi kullanarak yöntemlerin etkinliklerini araştırmışlar ve DIAGNOdent pen için kappa değerlerini sırasıyla 0,93 ve 0,87, ICDAS II için kappa değerlerini 0,51 ve 0,61 bulmuşlardır. ICDAS II sistemi için düşük kappa değerleri elde edilmesine, çalışmada yer alan gözlemcilerin sisteme yeteri kadar kalibre olmamalarının etkili olduğu düşüncesindeyiz. Araştırmamıza başlamadan önce çekilmiş daimi dişler üzerinde pilot bir çalışma ile ölçümleri yapan gözlemcilerin tüm yöntemler için kalibrasyonu sağlanmıştır.

Çürük teşhis yöntemlerinin kullanımında gözlemcilerin uyumu değerlendirmek için ayrıca ICC değerleri de hesaplanmıştır. Çalışmamızda yer alan tüm yöntemler yüksek ICC değerleri göstermiştir. Literatürde bizim çalışmamızla benzer şekilde Zeitony ve ark. [146] okluzal çürüklerin teşhisinde SoproLife kamera ve ICDAS II' yi kullandıkları çalışmalarında gözlemciler arası ICC değerlerini ICDAS II ve SoproLife kamera için 0,97 bulmuşlardır. Bulgularımızda radyografik yöntemin ICC değerleri diğer yöntemlere göre daha düşüktür. Çalışmamızın sonuçları ile uyumlu bulguları olan Souza ve ark. [82] süt dişleri okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS, bitewing radyografi, DIAGNOdent, DIAGNOdent pen, VistaProof kamera metotlarının etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında yöntemlerin ICC değerlerini sırasıyla 0,83, 0,74, 0,85, 0,84, 0,86 bulmuşlardır. Bitewing radyografinin diğer yöntemlere göre daha düşük ICC değerlerine sahip olmasını radyografik incelemenin subjektif değerlendirme kriterlerine sahip olmasıyla açıklamışlardır. Theocharopoulou ve ark. [147] süt ve daimi dişlerin okluzal yüzeylerinde ICDAS, SoproLife kamera ve DIAGNOdent pen' i kullandıkları çalışmalarında ICC değerlerini ICDAS için 0,70, SoproLife kamera için 0,72 bulmuşlardır. Çalışmada yer alan gözlemciler kısa süreli ICDAS öğrenim programına

katılmışlar fakat bu öğrenim gözlemcilerin yüksek derecede uyumlu olması için yeterli olmadığı düşüncesindeyiz. Mortensen ve ark. [164] kavite oluşmamış okluzal çürükleri DIAGNOdent pen ve CarieScan PRO ile değerlendirmişler ve çalışmamızla paralel şekilde DIAGNOdent pen için hem gözlemci içi (Gözlemci 1 için 0,95, Gözlemci 2 için 0,90) hem gözlemciler arası (Gözlemci 1 ve 2 için 0,98) ICC değerlerini çok iyi bulurken CarieScan PRO için gözlemci içi uyumu (Gözlemci 1 için 0,79, Gözlemci 2 için 0,64) iyi, gözlemciler arası uyumu (Gözlemci 1 ve 2 için 0,83) çok iyi bulmuşlardır.

Hem ICC hem de kappa değerlerine bakılarak çalışmamızda yer alan yöntemlerin tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu söylenebilir.

Duyarlılık ve seçicilik çürük teşhis yöntemlerinin yeterliliğini ölçmek amacıyla sıklıkla başvurulan istatistiksel değerlendirme testleridir. Duyarlılık, gerçek hastaları ayırabilme yeteneğidir. Çalışmamız açısından yorumlayacak olursak; teşhis yöntemlerinin histolojik olarak çürük olduğu tespit edilen dişleri belirleyebilme oranıdır. Seçicilik ise gerçek sağlamları ayırabilme yeteneğidir. Yani çalışmamız açısından teşhis yöntemlerinin histolojik olarak sağlam olduğu tespit edilen dişleri belirleyebilme oranıdır [183].

In vivo koşullarda D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre en yüksek duyarlılık ve seçicilik değerlerini SoproLife kamera ve ICDAS II vermiştir. Diğer yöntemler de yüksek duyarlılık ve seçicilik değerleri verirken sadece radyografik muayene daha düşük duyarlılık değerleri vermiştir. D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre en yüksek duyarlılık değerlerini ICDAS II ve SoproLife kamera en düşük duyarlılık değerini ise CarieScan PRO vermiştir. Seçicilik değerlerine baktığımızda tüm yöntemler yüksek değerler vermiştir.

Rechmann ve ark. [140] in vivo koşullar altında DIAGNOdent, Spectra Caries Detection Aid, SoproLife kamera' nın daylight ve mavi floresans modunun ICDAS II ile uyumunu 433 dişte değerlendirmişlerdir. SoproLife kamera' nın daylight modunun SN=0,93 ve SP=0,63, mavi floresans modunun ise SN=0,95 ve SP=0,55 değeri gösterdiğini bildirmişlerdir. Yani SoproLife kamera için yüksek duyarlılık düşük seçicilik değerleri bulmuşlardır. Literatüre baktığımızda Theoccharopoulou ve ark. [147] in vivo koşullar altında süt ve daimi dişlerin okluzal yüzeylerinde ICDAS, SoproLife kamera ve DIAGNOdent pen' in performansını değerlendirdikleri

çalışmalarında SoproLife kamera için tam tersi olarak düşük duyarlılık (SN=0,43) yüksek seçicilik değerleri (SP=1,00) bulmuşlardır. Her iki çalışmada da altın standart olarak ICDAS yöntemi kullanılmıştır. ICDAS başarılı bir yöntemdir fakat altın standart olarak kullanılması SoproLife kamera' nın duyarlılık ve seçicilik değerlerinde farklılıklar ortaya çıkmasına sebep olduğu düşüncesindeyiz. İn vivo çalışmalarda etik problemler sebebiyle altın standart olarak kullanılan yöntemler değişebilmektedir. Bizim çalışmamızda altın standart olarak kullanılan histolojik değerlendirmenin başarısı bilinen bir gerçektir [163, 174, 184].

Zeitouny ve ark. [146] in vivo koşullar altında okluzal çürükler üzerinde ICDAS II ve SoproLife kamera' yı değerlendirdikleri çalışmalarında bizim bulgularımıza benzer şekilde SoproLife kamera' nın mavi floresans modu için yüksek duyarlılık ve seçicilik değerleri bulmuşlar (SN=0,93; SP=0,88) ve çalışmanın sonucunda SoproLife kamera' nın tekrarlanabilir ve güvenilir bir cihaz olduğunu belirtmişlerdir.

Teo ve ark. [163] süt dişi okluzal çürüklerinin teşhisinde ICDAS, DIAGNOdent pen ve CarieScan PRO' nun etkinliklerini in vivo ve in vitro koşullarda araştırmışlar ve in vivo bulgulara göre D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> histolojik eşik değerleri için en yüksek duyarlılık ve seçicilik değerleri ICDAS yönteminden elde etmişlerdir. DIAGNOdent pen (SN=0,87; SP=0,44) ve CarieScan PRO (SN=0,95; SP=0,44) için bulunan sonuçlar bizim çalışmamızdan biraz daha düşüktür. Teo ve ark. DIAGNOdent pen için bizim çalışmamızdan farklı eşik değerleri kullanmışlardır. DIAGNOdent pen için farklı çalışmalarda farklı eşik değerlerinin kullanılması sonuçların birbiriyle karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır aynı zamanda lazer floresans ölçümleri birçok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörlerin çalışmalarda standardize edilememesi de sonuçların karşılaştırılmasında zorluk çıkarmaktadır.

Cınar ve ark. [137] süt dişi okluzal çürükleri üzerinde görsel, radyografik inceleme, DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen cihazlarını in vivo koşullarda değerlendirmişlerdir. Bizim çalışmamızla benzer metodolojiye sahip olması ve aynı eşik değerlerin kullanılması DIAGNOdent pen cihazının sonuçlarını karşılaştırma açısından standardizasyon sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında DIAGNOdent pen cihazının D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre duyarlılık ve seçicilik değerleri bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir [137].

Jablonski - Momeni ve Klein [166] okluzal dentin çürüklerinin teşhisinde ICDAS ve CarieScan PRO cihazının performansını in vivo koşullar altında araştırdıkları çalışmalarında bizim bulgularımızla paralel şekilde CarieScan PRO için duyarlılık değerini 0,68, seçicilik değerini 0,90 bulmuşlardır. Sonuç olarak CarieScan PRO cihazının okluzal yüzeylerdeki dentin çürüğünün teşhisinde iyi diagnostik performans gösterdiğini belirtmişlerdir.

In vitro koşullar altında D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine tüm yöntemlerden yüksek duyarlılık ve seçicilik değerleri edilirken, en yüksek değerleri SoproLife kamera ve ICDAS II yöntemi vermiştir. D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre en yüksek duyarlılık değerlerini ICDAS II, en yüksek seçicilik değerlerini SoproLife kamera, en düşük duyarlılık değerini ise CarieScan PRO yöntemi vermiştir.

Gomez ve ark. [83] okluzal çürükler üzerinde yaptıkları çalışmada ICDAS, FOTI, OCT, QLF ve SoproLife kamera' nın etkinliğini in vitro koşullarda araştırmışlardır. Bizim bulgularımıza benzer şekilde D<sub>1</sub> eşik değerine göre SoproLife kamera için duyarlılık değerini 0,97, seçicilik değerini 0,95 bulurken ICDAS için duyarlılık değerini ise 0,99, seçicilik değerini 0,87 bulmuşlardır. D<sub>3</sub> eşik değerine göre ICDAS için duyarlılık değerini 0,87, seçicilik değeri 0,93 SoproLife kamera için duyarlılık değerini 0,82, seçicilik değerini 0,86 bulmuşlardır. Sonuç olarak görüntülemenin lezyonun durumunun belirlenmesi ve çürüğün tedavisinde kişisel yaklaşım sağladığını ve klinisyenin tedavi etkinliğini yeniden değerlendirmesine izin verdiğini belirtmişlerdir.

Neuhaus ve ark. [9] süt dişi okluzal çürüklerinin teşhisinde ICDAS, radyografik inceleme ile lazer floresans cihazlarının etkinliğini in vitro koşullar altında araştırmışlardır. Sonuç olarak çalışmamızın bulgularıyla benzer şekilde DIAGNOdent pen için D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre duyarlılığı 0,70, seçiciliği 0,90 D<sub>3</sub> eşik değerine göre duyarlılığı 0,76, seçiciliği 0,80 bulmuşlardır. ICDAS için D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre duyarlılığı 0,82, seçiciliği 0,65 D<sub>3</sub> eşik değerine göre duyarlılığı 0,83, seçiciliği 0,85 bulmuşlardır. ICDAS' ın D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre en yüksek duyarlılık değerini verdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre en yüksek duyarlılık değerini ICDAS yöntemi vermiştir.

Jablonski – Momeni ve ark. [80] daimi dişlerin okluzal çürüklerinin teşhisinde ICDAS II ve DIAGNOdent' in etkinliğini in vitro koşullarda değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak ICDAS II' nin D<sub>1</sub> histolojik eşik değerinde duyarlılık değerinin 0,91, D<sub>3</sub>

histolojik eşik değerinde seçicilik değerinin 0,91 olduğunu bulmuşlar ve ICDAS II' nin teşhis doğruluğunun DIAGNOdent' ten daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Novaes ve ark. [133] süt dişi okluzal çürüklerin teşhisinde DIAGNOdent, DIAGNOdent pen, VistaProof kamera, radyografi ve ICDAS' ın performanslarını in vitro koşullar altında incelemişler ve sonuç olarak tüm yöntemlerin benzer performans göstermesine rağmen ICDAS' ın tek başına klinik performans için yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Mortensen ve ark. [164] kavitsiyon oluşmamış okluzal çürüklerin teşhisinde DIAGNOdent pen ve CarieScan PRO' nun etkinliğini in vitro koşullarda araştırmışlardır. D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre CarieScan PRO için duyarlılık ve seçicilik değerleri bizim çalışmamızdaki değerlere göre düşüktür. Bu durum cihazın dudak klipi bağlantı kablosunun kolay deforme olması ve yanlış sonuçlar vermesiyle açıklanabilir. Bizim çalışmamızda cihaz test adaptörü ile sık sık kontrol edilmiştir. D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre CarieScan PRO için yüksek seçicilik, düşük duyarlılık değerleri bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da D<sub>3</sub> histolojik noktasında bulgular benzer şekildedir. Ayrıca DIAGNOdent pen için sonuçların literatürde iyi olmasına rağmen çalışmalarında şaşırtıcı bir şekilde iyi olmadığını belirtmişler ve bunun sebebini de DIAGNOdent pen ölçümlerinin saklama solüsyonu, kurulama zamanı, plak, gıda artıkları, polisaj patları gibi birçok faktörden etkilenmesine bağlamışlardır.

İdeale yakın teşhis yöntemi için hem duyarlılık hem seçicilik değerlerinin yüksek olması gerekir. Duyarlılık yüksek, seçicilik düşük olduğunda yanlış pozitif, seçicilik yüksek, duyarlılık düşük olduğunda yanlış negatif değerlendirmeler artar [5]. Hem in vivo hem de in vitro koşullarda duyarlılık ve seçicilik değerlerine baktığımızda ICDAS II ve SoproLife kamera öne çıkan yöntemlerdir. Bulgularımız yukarıda bahsedilen çoğu çalışma sonuçları ile uyumludur fakat farklı sonuçlarda mevcuttur. Her iki yöntemde de dişler belirli kodlar üzerinden değerlendirilmiştir. Bu şekilde subjektif değerlendirme gerektiren yöntemlerde duyarlılık ve seçicilik değerleri daha düşük çıkabilir. Fakat bizim çalışmamızda yöntemlerin başarılı çıkmasında klinik tecrübe ve gözlemcilerin kalibrasyonu etkili olmuş ayrıca in vivo ve in vitro koşullar altında gözlemcilerin birbirine paralel sonuçlar ortaya koymasını ve istikrarlı değerlendirmeler yapmasını sağlamıştır.



Tanı yöntemlerinin doğru teşhisi tahmin edebilme gücünü belirleyebilmek için pozitif kestirim ve negatif kestirim değerleri değerlendirilmelidir. Pozitif kestirim değeri, tanı testinin sonucuna göre belirlenen pozitifler içerisindeki doğru pozitiflerin oranıdır. Yani kullanılan teşhis yöntemi ile çürük olarak ifade edilen dişlerin gerçekte ne kadarının çürük olduğunu belirtmektedir. Negatif kestirim değeri ise tanı testinin sonucuna göre belirlenen negatifler içerisindeki doğru negatiflerin oranıdır. Yani kullanılan teşhis yöntemi ile sağlam olarak ifade edilen dişlerin gerçekte ne kadarının sağlam olduğunu belirtmektedir.

Çalışmamızın bulgularına baktığımızda hem in vivo hem de in vitro koşullarda tüm yöntemlerin yüksek pozitif kestirim değerleri (PPV) verdiği görülmüştür. Yani başka bir deyişle çürük olmayan dişe çürük teşhisi konulan, yanlış pozitif sonuçlar veren diş sayısı azdır. Sinanoglu ve ark. [138] daimi dişlerin okluzal çürüklerinin teşhisinde görsel, radyografik muayene ile DIAGNOdent pen' i değerlendirdikleri çalışmalarında bizim bulgularımıza benzer şekilde in vivo koşullar altında ICDAS II için PPV=0,94, DIAGNOdent pen için PPV=0,89 ve radyografik muayene için PPV=0,83 bulmuşlardır. Jablonski- Momeni ve Klein [166] okluzal dentin çürüklerinde CarieScan PRO cihazının etkinliğini in vivo koşullarda araştırdıkları çalışmalarında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre PPV değerini ICDAS için 0,81, CarieScan PRO için 0,60 bulmuşlardır. Negatif kestirim değerlerine (NPV) baktığımızda genel olarak yöntemler yüksek negatif kestirim değeri göstermiştir sadece in vivo koşullar altında D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre radyografik muayene ile in vitro koşullar altında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre CarieScan PRO cihazı düşük değerler vermiştir. Radyografik muayenenin başlangıç çürüklerde başarısız olduğu, sağlıklı minenin çürük dokuya süperpoze olması sebebiyle bu çürüklerin gözden kaçtığı ve yanlış negatif sonuçlara sebep olduğu bilinmektedir [91]. Jablonski-Momeni ve Klein [166] okluzal dentin çürüklerinde CarieScan PRO cihazının etkinliğini in vivo koşullarda araştırdıkları çalışmalarında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre NPV değerini ICDAS için 0,94, CarieScan PRO için 0,93 bulmuşlardır.

Tanı yöntemlerinin başarısının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer kavram doğruluk oranıdır. Duyarlılık ve seçicilik birleştirilerek tek bir ölçü elde edilmek istendiğinde kullanılır. Teşhis yönteminin gerçekte çürük ve sağlam olarak toplam doğru tanı oranına doğruluk denir. Hem in vivo, hem de in vitro koşullarda D<sub>1</sub> ve D<sub>3</sub> histolojik eşik değerlerine göre tüm yöntemler içerisinde en yüksek doğruluk oranını

veren yöntemler ICDAS ve SoproLife kamera' dır. En düşük doğruluk oranını veren yöntem in vivo koşullarda radyografik muayene, in vitro koşullarda CarieScan PRO' dur.

Souza ve ark. [82] süt dişi okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS, radyografi, DIAGNOdent, DIAGNOdent pen, VistaProof kamera' nın etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında bizim bulgularımıza benzer şekilde doğruluk oranı en yüksek yöntemin floresans kamera, en düşük yöntemin radyografik muayene olduğunu belirtmişlerdir.

Achilleos ve ark. [136] başlangıç okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS, DIAGNOdent pen ve floresans kamerayı değerlendirmişlerdir. En yüksek doğruluk oranlarını floresans kamera (0,95), en düşük doğruluk oranı değerlerini DIAGNOdent pen (0,71) için bulmuşlardır. ICDAS için doğruluk oranı değerlerini 0,81 bulmuşlardır. SoproLife kamera ile ilgili literatürde az sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalarda istatistiksel olarak doğruluk oranına bakılmamıştır. Bir diğer floresans kamera olan VistaProof için yukarıdaki çalışmalarda bahsedildiği gibi yüksek doğruluk oranı değerleri bulmuşlardır.

Mortensen ve ark. [164] okluzal çürüklerin teşhisinde CarieScan PRO için doğruluk oranını çalışmamıza benzer şekilde (0,70), DIAGNOdent pen için doğruluk oranını çalışmamızdan daha düşük (0,49) bulmuşlardır. Sinanoglu ve ark. [138] DIAGNOdent pen, ICDAS ve radyografik muayene yöntemlerini değerlendirdikleri çalışmalarında bulgularımıza benzer şekilde ICDAS için 0,92, DIAGNOdent pen için 0,82 ve radyografik muayene için 0,80 doğruluk oranı değerleri bulmuşlardır. Rodrigues ve ark. [130] okluzal çürüklerin teşhisinde DIAGNOdent, DIAGNOdent pen, VistaProof, Mildwest Caries' in performanslarını değerlendirmişler ve D<sub>3</sub> histolojik eşik değerinde DIAGNOdent pen için doğruluk oranı değerini 0,80 bulmuşlar ve çalışmalarının sonucunda hem DIAGNOdent hem DIAGNOdent pen cihazlarının geleneksel yöntemlere yardımcı cihaz olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Novaes ve ark. [133] süt dişleri üzerinde geleneksel ve floresans bazlı metotların performanslarını araştırdıkları çalışmalarında D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre elde ettikleri doğruluk oranını çalışmamızdaki bulgularla paralel şekilde ICDAS için 0,91, radyografik muayene için 0,92, DIAGNOdent için 0,84, DIAGNOdent pen için 0,81 ve floresans kamera için 0,85 bulmuşlar ve sonuç olarak tüm metotların benzer performans gösterdiğini bulmalarına rağmen ICDAS' ın klinik pratik için tek başına kullanımının yeterli görüldüğünü belirtmişlerdir.

In vivo ve in vitro koşullar altında yöntemlerin doğruluk oranları birbirine benzer şekildedir. Reis ve ark. [172] in vivo ve in vitro koşullarda doğruluk oranı farklılığının özellikle ağız içerisinde dişlerin tam olarak polisajlanamamasına ve in vitro koşullarda daha iyi temizlenebilmesine bağlamışlardır. Çalışmamıza dahil edilen dişlerde hem in vivo, hem de in vitro koşullarda polisaj işlemi dikkatli bir şekilde yapılmıştır.

Tanı performansların altın standart olarak kullanılan yöntemle uyumluluğunu belirlemek amacıyla kappa katsayıları hesaplanmaktadır. Yöntemlerden elde edilen verilerin histolojik kesitler ile ne kadar eşleştiğini değerlendiren kappa katsayıları ilişkinin varlığını ifade eder. Çalışmamızda kullanılan her bir teşhis yönteminin histolojik kesitlerle uyumluluğunu belirlemek için kappa testi yapılmıştır. Çalışmamızda yer alan tüm teşhis yöntemleri histolojik değerlendirme ile pozitif korelasyon göstermiştir ( $p < 0,001$ ). In vivo koşullarda histolojik kesitlerle uyumu en düşük olan yöntem radyografik muayene, en yüksek olan yöntem ICDAS II, in vitro koşullarda histolojik kesitlerle uyumu en düşük olan yöntem CarieScan PRO, en yüksek olan yöntemler ICDAS II ve SoproLife kamera olarak belirlenmiştir. Gomez ve ark. [83] okluzal çürük lezyonlarının teşhisinde çok sayıda yöntemin performanslarını değerlendirdikleri çalışmalarında bulgularımıza benzer şekilde ICDAS ve SoproLife kamera'nın histolojik kesitlerle iyi bir korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Arı ve ark. [15] süt dişi okluzal çürükler üzerinde yaptıkları çalışmada CarieScan PRO cihazının Downer's histolojik kriteri ile korelasyonunu düşük bulmuşlardır. Jablonski – Momeni ve Klein [166] okluzal dentin lezyonlarını değerlendirdikleri çalışmalarında ICDAS için yüksek, CarieScan PRO için orta derece korelasyon bulmuşlardır. Aljehani ve ark. [124] düz yüzeylerde DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen' in etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında cihazların histoloji ile uyumunu 0,47 ile 0,57 aralığında bulmuşlar ve yen tip lazer floresans cihazının en az eskisi kadar iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir. Öztürk ve ark. [139] okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS II ve DIAGNOdent pen' in etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında yöntemlerin histolojik değerlendirme ile uyumunu istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır ( $p < 0,05$ ). Rodrigues ve ark. [130] okluzal çürüklerin teşhisinde DIAGNOdent, DIAGNOdent pen Midwest Caries ve VistaProof kamera cihazlarının etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen cihazları için orta derece bir korelasyon bulmuşlardır. Extrand ve ark. [169] in vitro koşullarda görsel muayene,

ECM ve radyografik muayeneyi karşılaştırdıkları çalışmalarında histoloji ile en düşük korelasyon değerlerini radyografik muayenede bulmuşlardır.

ROC eğrisi, tanı testinin kendi doğruluğunu tanımlaması ve testler arasında güvenilir bir karşılaştırma yapmaya imkan sağlaması açısından sıklıkla kullanılmaktadır. Klinik çalışmalarda sürekli sayıların kullanıldığı ölçümlerde olguları ayırma, çözümlenmeyi karışık hale getirir ve hata ihtimalini yükseltir. ROC analizi çeşitli klinik durumlarda en iyi eşik değerini ve yapısında var olan değerlendirme dışında bırakılacak olan değerleri belirler. ROC eğrisinin grafiksel yaklaşımı, ölçümlerin duyarlılığı ve seçiciliği arasındaki ilişkileri kavramayı kolay kılar. ROC eğrisi, teşhis koymak amacı ile kullanılan bir değişkenin değişim genişliği içinde aldığı tüm değerlerin sırasıyla kesim noktası kabul edilmesiyle hesaplanacak duyarlılık değerlerinin, testin yanlış pozitif oranına (1 - seçicilik) karşı noktalanması ile elde edilir [185].

ROC eğrisinin altında kalan alan ise testin hastalar ile hasta olmayan bireyleri ayırmadaki doğruluk oranını belirler. ROC eğrisinin altında kalan alanın (AROC) büyüklüğü üzerinde çalışılan tanı testinin ayırma yeteneğinin istatistiksel olarak önemini gösterir. Üzerinde çalışılan tanı testinin hiç ayırma yeteneği olmadığı durumda ROC eğrisi altındaki alanın beklenen değeri 0,50'dir. Mükemmel bir test ise sıfır yanlış pozitif ve sıfır yanlış negatif ile alanın değeri 1,00 olacaktır [185].

Bulgularımıza baktığımızda in vivo koşullarda D1 histolojik eşik değerine göre en büyük ROC eğrisi altında kalan alanı veren yöntemler ICDAS II ve SoproLife kamera, en küçük alanı veren yöntem ise radyografik muayenedir. D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre en büyük alanı veren yöntem ICDAS II, en küçük alanı veren yöntem radyografik muayenededir. İn vitro koşullar altında D<sub>1</sub> histolojik eşik değerine göre ise en büyük alanı veren yöntem SoproLife kamera, en küçük alanı veren yöntem CarieScan PRO' dur. D<sub>3</sub> histolojik eşik değerine göre ise en büyük alanı veren yöntemler ICDAS II ve SoproLife kamera, en küçük alanı veren yöntem CarieScan PRO' dur.

Rechmann ve ark. [140] in vivo koşullar altında daimi molar dişlerin okluzal çürükleri üzerinde DIAGNOdent, Spectra Caries Detection Aid, SoproLife kamera' nın daylight ve mavi floresans modunu değerlendirdikleri çalışmalarında bizim bulgularımıza benzer şekilde ROC eğrisi altında kalan alanı en büyük olan yöntemi SoproLife kamera' nın mavi floresans modu bulmuşlar ve sonrasında yöntemlerin

daylight modu, DIAGNOdent, Spectra Caries Detection Aid şeklinde sıralandığını bildirmişlerdir. Yeni bir cihaz olan SoproLife kamera' nın daylight ve mavi floresans kodlarının çürük lezyonda sağlam, kavitasyon oluşmamış ve kavitasyon oluşmuş şeklinde belirgin bir ayırım yapabildiğinden histolojik olarak lezyonun derinliğinin tahminine izin verdiğini ve lezyonun gerçek topografisinin büyütülerek görülebildiğini ayrıca uzun dönem koruyucu uygulamaların başarısı için lezyonun görüntülenmesinin klinisyene yol gösterdiğini belirtmişlerdir.

Teo ve ark. [163] in vivo ve in vitro koşullar altında süt dişi okluzal çürüklerinin teşhisinde ICDAS, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO' yu değerlendirdikleri araştırmalarında ROC eğrisi altında kalan alanı en büyük olan yöntemi ICDAS, en küçük olan yöntemi CarieScan PRO olarak bulmuşlardır. İn vivo koşullarda yöntemlerin ROC eğrisi altında kalan alanları in vitro koşullara göre daha küçüktür. Bu araştırmanın in vivo kısmı genel anestezi altında, hastanın güvenliği ve etik problemler sebebiyle değerlendirmeler hızlı bir şekilde bir gözlemci ile yapılmıştır. Aynı zamanda değerlendirilen diş sayısı aynı sebeplerden dolayı % 20 daha az tutulmuştur. Bu durumların in vivo kısımdaki sonuçların daha düşük olmasını etkileyebileceği düşüncesindeyiz. Bizim çalışmamızda in vivo ve in vitro koşullarda ROC eğrisi altında kalan alanlar benzer şekildedir. Her iki aşamada standart koşullar altında 2 gözlemci ve 120 adet diş ile yapılmıştır. Teo ve ark. [163] araştırmalarının sonucunda ICDAS yönteminin süt dişi okluzal çürüklerinin teşhisinde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini, DIAGNOdent pen' in özellikle kavitasyon oluşmamış çürüklerde dikkatli kullanılması gerektiğini, CarieScan PRO cihazının ise süt dentasyonu için uygun bir çürük teşhis cihazı olmadığını belirtmişlerdir.

Gomez ve ark. [83] daimi dişlerin okluzal yüzeylerinde ICDAS, FOTİ, OCT, QLF, SoproLife kamera' nın performanslarını in vitro koşullarda değerlendirdikleri çalışmalarında bulgularımıza benzer şekilde D<sub>1</sub> histolojik eşik değerlerine göre ROC eğrisi altında kalan alanları ICDAS ve SoproLife kamera 0,98 bulmuşlardır. ICDAS yönteminin, gözlemciler eğitilmiş, dişler temiz ve kuru olduğunda çok iyi sonuçlar verdiğini belirterek klinik pratikte lezyonun derinliğini incelemek için tek başına yeterli görüldüğünü, SoproLife kamera için ise görüntülemenin klinisyene tedavinin etkisini yeniden değerlendirme avantajı sunduğunu belirtmişlerdir.

Souza ve ark. [82] süt dişleri okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS, radyografi, DIAGNOdent, DIAGNOdent pen ve VistaProof kamera' nın etkinliklerini araştırdıkları

çalışmalarında ROC eğrisi altında kalan alanı en küçük olan yöntemi bulgularımızla aynı şekilde radyografik muayene olarak belirlemiştir. ICDAS için ROC eğrisi altında kalan alanı  $D_1$  ve  $D_3$  histolojik değerlerine göre sırayla 0,79 ve 0,90, DIAGNOdent pen için ise ROC eğrisi altında kalan alanı için  $D_1$  ve  $D_3$  histolojik değerlerine göre sırayla 0,81 ve 0,92 bulmuşlardır. Sonuç olarak ICDAS'ın süt dişi mine ve dentin çürüklerinin teşhisinde iyi doğruluk gösterdiğini, floresans bazlı metotların da yardımcı cihaz olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Novaes ve ark. [133] süt dişi okluzal çürüklerinin teşhisinde ICDAS, DIAGNOdent pen, radyografik muayenenin etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında tüm yöntemlerin ROC eğrisi altında benzer alanlar gösterdiğini klinik pratik için ICDAS yönteminin yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Jablonski – Momeni ve Klein [166] okluzal dentin çürüklerinin teşhisi için ICDAS ve CarieScan PRO cihazının etkinliğini araştırmışlar ve bulgularımıza benzer şekilde ICDAS için ROC eğrisi altında kalan alanı 0,93, CarieScan PRO için 0,84 bulmuşlardır. ROC eğrisi altında kalan alanların iki yöntem açısından istatistiksel olarak bir farklılık oluşturmadığı ve bu yöntemlerin birlikte kullanımının tavsiye edilebileceğini bildirmişlerdir.

ROC analizi ile birlikte tüm yöntemler için en yüksek duyarlılık ve seçicilik değerlerini veren eşik değerler de hesaplanmıştır. Eşik değerler sayesinde elde edilen sayısal değerler yorumlanır ve buna bağlı olarak çürük derinliği ve tedavi şekli belirlenir. Belirli kodlar üzerinden değerlendirme yapan ICDAS, radyografik muayene, SoproLife kamera gibi yöntemler için belirlenen eşik değerler diğer çalışmalara göre farklılık göstermemektedir. Fakat geniş bir aralıkta değer veren DIAGNOdent pen (0-99) ve CarieScan PRO (0-100) gibi cihazlar için eşik değerler çalışmalarda çok farklılık göstermektedir. Çalışmamız sonucunda bu cihazlar için ROC analizi ile elde ettiğimiz eşik değerler kullandığımız eşik değerlerden biraz daha düşük çıkmıştır. DIAGNOdent pen için in vivo koşullarda  $D_1$  eşik değeri için 8,  $D_3$  eşik değeri için 27 değeri, in vitro koşullarda  $D_1$  eşik değeri için 7,  $D_3$  eşik değeri için 23 değeri bulunmuştur. Lussi ve Helwig [13] okluzal çürüklerin teşhisinde DIAGNOdent ve DIAGNOdent pen cihazlarının etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında DIAGNOdent pen cihazında mine çürüğü için 7, dentin çürüğü için 18 değerini almışlar ve çalışmalarını çekilmiş daimi dişler üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Süt ve daimi dişlerin morfolojik yapılarının farklı olmasının eşik değerlerde farklılık oluşturacağı düşüncesindeyiz. Süt dişleri üzerinde

DIAGNOdent pen kullanılarak yapılan çalışmalara baktığımızda Novaes ve ark. [133] DIAGNOdent pen cihazı için mine çürüğünde 9, dentin çürüğünde 31 değerini, Neuhaus ve ark. [9] mine çürüğünde 14, dentin çürüğünde 31 değerini, Souza ve ark. [82] ise mine çürüğünde 19, dentin çürüğünde 35 değerini almışlardır. Yukarıda bahsedilen çalışmalarda süt dişleri üzerinde olmasına rağmen birbirinden oldukça farklı eşik değerler bildirmiştir. DIAGNOdent pen ölçümlerinin in vivo ve in vitro koşullar, saklama solüsyonları, saklama süresi, saklama sıcaklığı, polisaj patları, dişin nem düzeyi, cihazın uygulama şekli, cihazın doğru şekilde kalibrasyonu gibi birçok faktörden etkilendiği bilinmektedir [82].

CarieScan PRO cihazı için ROC analizi ile in vivo koşullarda D<sub>1</sub> eşik değeri için 10, D<sub>3</sub> eşik değeri için 56 değeri, in vitro koşullarda D<sub>1</sub> eşik değeri için 9, D<sub>3</sub> eşik değeri için 49 değeri bulunmuştur. Jablonski-Momeni ve Klein [166] in vivo koşullarda yaptıkları araştırmalarında CarieScan PRO cihazı için mine çürüğünde 51, dentin çürüğünde 91 değerini alırken, Mortensen ve ark. [164] ise in vitro koşullarda yaptıkları çalışmalarında D<sub>3</sub> eşik değeri için sırasıyla “40, 50, 70, 90” eşik değerlerini kullanmışlardır. Empedans ölçümlerinin elektrotun boyutu, elektrotun yüzey alanı ile kontağı, ısı değişiklikleri, saklama solüsyonunun konsantrasyon değişiklikleri, dişin yapısı (mine ve dentinin kalınlığı, düzensizlikleri, minerallerin dağılımı gibi), sürme sonrası mineralizasyon, oral çevrede dişin maturasyon zamanı, dişin yaşı, renklenme varlığı gibi bir çok faktörden etkilendiği bilinmektedir [15, 162]. Bu durumun hem sonuçların doğruluğunu hem de eşik değerlerini etkilediğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızın in vivo ve in vitro aşamalarından elde edilen eşik değerleri karşılaştırdığımızda hem DIAGNOdent pen hemde CarieScan PRO için in vitro değerlerin daha düşük olduğu görülmüştür. Reis ve ark. [172] in vitro koşullarda dişlerin floresans değerlerinin düştüğünü, Teo ve ark. [163] ise oral kaviteden çıkmış bir dişin elektrik akımının etkilendiğini belirtmişlerdir. In vivo ve in vitro koşullar arasındaki farklı eşik değerleri literatürle uyumlu olarak beklenen bir durumdur. Çalışmalarda dikkat edilmesi gereken en doğru eşik değerlerinin kullanılmasıdır. Bunun içinde belirtilmiş olan tüm faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

## 6. SONUÇLAR

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre;

1. Duyarlılık, seçicilik, güvenilirlik, doğruluk oranı, ROC eğrisi altında kalan alanlar, histolojik kriterlerle uyum bir bütün olarak değerlendirildiğinde ICDAS II ve SoproLife kamera en başarılı yöntemler olarak belirlenmiştir.
2. Demineralizasyon ilerleyişinin aşamalarını çok iyi bir şekilde açıklamış olan ICDAS II sistemi başarılı bir yöntemdir ve süt dişi okluzal çürüklerinin tespiti için tek başına kullanımı yeterli görünmektedir.
3. Histolojik olarak lezyonun derinliğinin tahminine izin veren ve lezyonun gerçek topografisini büyüterek görüntüleyebilen SoproLife kamera' nın süt dişi okluzal çürüklerinin tespitinde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca SoproLife kamera, lezyonu görüntüleyebilme ve kaydedebilme özellikleri sayesinde uzun dönem koruyucu uygulamaların başarısı hakkında klinisyene bilgi verir ve tedavinin yeniden değerlendirilmesine olanak sağlayıp hastanın motivasyonunu artırır. Fakat tüm bu avantajlarına rağmen maliyeti göz önünde bulundurulmalıdır.
4. DIAGNOdent pen cihazı süt dişleri üzerinde kullanılacak diğer bir yöntemdir, özellikle görsel muayene ile birlikte teşhis etkinliği artabilir. Fakat uygulama esnasında dikkat edilmesi gereken çok sayıda faktör vardır.
5. CarieScan PRO klinik pratik için kullanılabilir düzeyde bulgular vermesine rağmen radyografik muayeneden sonraki en düşük değerlere sahip yöntemdir. Üzerinde daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.
6. Radyografik muayene diğer yöntemlere oranla daha başarısız bulunmuştur. Özellikle başlangıç çürüklerinin teşhisinde etkinliği sınırlı olduğundan hastaların gereksiz yere X ışınına maruz kalması önlenmelidir.



## KAYNAKLAR

- [1] McDonald, R.E., Avery, D.R., (1994) Dentistry for children and adolescent. In. Mosby-Year Book, Westford Inc, USA.
- [2] Rocha, R.O., Ardenghi, T.M., Oliveira, L.B., Rodrigues, C.R., Ciamponi, A.L., (2003). In vivo effectiveness of laser fluorescence compared to visual inspection and radiography for the detection of occlusal caries in primary teeth. *Caries Res*, 37(6):437-441.
- [3] Fejerskov, O., (1995). Strategies in the design of preventive programs. *Adv Dent Res*, 9(2):82-88.
- [4] Mendes, F.M., Siqueira, W.L., Mazzitelli, J.F., Pinheiro, S.L., Bengtson, A.L., (2005). Performance of DIAGNOdent for detection and quantification of smooth-surface caries in primary teeth. *J Dent*. 33(1):79-84.
- [5] Lussi, A., Francescut, P., (2003). Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res*, 37(1):2-7.
- [6] Marthaler, T.M., (2004). Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res*, 38(3):173-181.
- [7] Lussi, A., (1996). Impact of including or excluding cavitated lesions when evaluating methods for the diagnosis of occlusal caries. *Caries Res*, 30(6):389-393.
- [8] McComb, D., Tam, L.E., (2001). Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional methods. *J Can Dent Assoc*, 67(8):454-457.
- [9] Neuhaus, K.W., Rodrigues, J.A., Hug, I., Stich, H., Lussi, A., (2011). Performance of laser fluorescence devices, visual and radiographic examination for the detection of occlusal caries in primary molars. *Clin Oral Investig*, 15(5):635-641.
- [10] Ferreira, R.I., Haiter-Neto, F., Tabchoury, C.P., de Paiva, G.A., Boscolo, F.N., (2006). Assessment of enamel demineralization using conventional, digital, and digitized radiography. *Braz Oral Res*, 20(2):114-119.
- [11] Jablonski-Momeni, A., Stachniss, V., Ricketts, D.N., Heinzl-Gutenbrunner, M., Pieper, K., (2008). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res*, 42(2):79-87.
- [12] Rodrigues, J.A., Hug, I., Diniz, M.B., Lussi, A., (2008). Performance of fluorescence methods, radiographic examination and ICDAS II on occlusal surfaces in vitro. *Caries Res*, 42(4):297-304.
- [13] Lussi, A., Hellwig, E., (2006). Performance of a new laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in vitro. *J Dent*, 34(7):467-471.
- [14] Huysmans, M.C., Longbottom, C., Christie, A.M., Bruce, P.G., Shellis R.P., (2000). Temperature dependence of the electrical resistance of sound and carious teeth. *J Dent Res*, 79(7):1464-1468.
- [15] Ari, T., Ari, N., (2013). The performance of ICDAS-II using low-powered magnification with light-emitting diode headlight and alternating current impedance spectroscopy device for detection of occlusal caries on primary molars, *ISRN Dent*, 2013:1-5.

- [16] Terrer, E., Koubi, S., Dionne, A., Weisrock, G., Sarraquigne, C., Mazuir, A., Tassery, H., (2009). A new concept in restorative dentistry: light-induced fluorescence evaluator for diagnosis and treatment. Part 1: Diagnosis and treatment of initial occlusal caries. *J Contemp Dent Pract*, 10(6):86-094.
- [17] Terrer, E., Raskin, A., Koubi, S., Dionne, A., Weisrock, G., Sarraquigne, C., Mazuir, A., Tassery, H., (2010). A new concept in restorative dentistry: LIFEDT-light-induced fluorescence evaluator for diagnosis and treatment: part 2 - treatment of dentinal caries. *J Contemp Dent Pract*, 11(1):95-102.
- [18] Akgül, N., (2005). Kavitesiz Oklüzal Çürüklerin Teşhisinde Diagnodent Radyovizyografi, Klasik Radyografi ve Görsel Muayene Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [19] Vaarkamp, J., ten Bosch, J., Verdonschot, E.H., Huysmans, M.C., (1997). Wavelength-dependent fibre-optic transillumination of small approximal caries lesions: the use of a dye, and a comparison to bitewing radiography. *Caries Res*, 31(3):232-237.
- [20] Mortimer, K.V., (1970). The relationship of deciduous enamel structure to dental disease. *Caries Res*, 4(3):206-223.
- [21] Thylstrup, A., Fejerskov, O., (1994) Textbook of Clinical Cariology. In. Munksgaard, Copenhagen.
- [22] Manisalı, Y.K.F. (1982). Ağız-diş embriyolojisi ve histolojisi. Yenilik basımevi, İstanbul.
- [23] Bath-Balogh, M., Fehrenbach, M.J., (1997) Illustrated Dental Embriology, Histology And Anatomy. In. WB Saunders Co, Philadelphia.
- [24] Hicks, J., Garcia-Godoy, F., Flaitz, C. (2003). Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 1). *J Clin Pediatr Dent*, 28(1):47-52.
- [25] Fejerskov, O., Josephsen, K., Nyvad, B., (1984). Surface ultrastructure of unerupted mature human enamel. *Caries Res*, 18(4):302-314.
- [26] Sumikawa, D.A., Marshall, G.W., Gee, L., Marshall, S.J., (1999). Microstructure of primary tooth dentin. *Pediatr Dent*, 21(7):439-444.
- [27] Mjor, I.A., Sveen, O.B., Heyeraas, K.J., (2001). Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 1: normal structure and physiology. *Quintessence In*, 32(6):427-446.
- [28] Ruschel, H.C., Ligocki, G.D., Flaminghi, D.L., Fossati, A.C., (2011). Microstructure of mineralized tissues in human primary teeth. *J Clin Pediatr Dent*, 35(3):295-300.
- [29] Özçobanoğlu, G., Durutürk, L., (2013). Süt dişlerinde pulpa ve dentinin histolojik yapısal özellikleri. *Acta Odontol Turc*, 30:99-109.
- [30] Koutsi, V., Noonan, R.G., Horner, J.A., Simpson, M.D., Matthews, W.G., Pashley, D.H., (1994). The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatr Dent*, 16(1):29-35.
- [31] Newbrun, E., (1989) Cariology. In. Quintessence Publishing Co, Inc.

- [32] Reisine, S., Litt, M., (1993). Social and psychological theories and their use for dental practice. *Int Dent J*, 43(3):279-287.
- [33] Zero, D.T., (1999). Dental caries process. *Dent Clin North Am*, 43(4):635-664.
- [34] Harris, J.C., Harris, I.R., (1998). An overview of dental care for the young patient: 3. Treatment measures. *Dent Update*, 25(4):152-158.
- [35] Bowes, J.H., Murray, M.M., (1935). The chemical composition of teeth: The composition of human enamel and dentine. *Biochem J*, 29(12):2721-2727.
- [36] Axelsson, P., (2000) Diagnosis and risk prediction of dental caries. In. Quintessence Publishing Co, Chicago.
- [37] Kayıpmaz, S., (2004). Çürük Tanısında Yeni Yöntemlerle Geleneksel Yöntemlerin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- [38] Edgar, W.M., Higham, S.M., (1995). Role of saliva in caries models. *Adv Dent Res*, 9(3):235-238.
- [39] Svensater, G., Borgstrom, M., Bowden, G.H., Edwardsson, S., (2003). The acid-tolerant microbiota associated with plaque from initial caries and healthy tooth surfaces. *Caries Res*, 37(6):395-403.
- [40] Beighton, D., (2005). The complex oral microflora of high-risk individuals and groups and its role in the caries process. *Community Dent Oral Epidemiol*, 33(4):248-255.
- [41] Featherstone, J.D., (2000). The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc*, 131(7):887-899.
- [42] Arends, J., Christoffersen, J., (1986). The nature of early caries lesions in enamel. *J Dent Res*, 65(1):2-11.
- [43] Dodds, M.W.J., Wefel, J.S., (1995). The developing carious lesion. In (Haris N.O., Christen, A.G., ed. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut.
- [44] Darling, A.I., (1961). The selective attack of caries on the dental enamel. *Ann R Coll Surg Engl*, 29(6):354-369.
- [45] Robinson, C., Shore, R.C., Brookes, S.J., Strafford, S., Wood, S.R., Kirkham, J., (2000). The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med*, 11(4):481-495.
- [46] Silverstone, L.M., (1968). The surface zone in caries and in caries-like lesions produced in vitro. *Br Dent J*, 125(4):145-157.
- [47] Massler, M., (1967). Pulpal reactions to dental caries. *Int Dent J*, 17(2):441-460.
- [48] Stanley, H.R., Pereira, J.C., Spiegel, E., Broom, C., Schultz, M., (1983). The detection and prevalence of reactive and physiologic sclerotic dentin, reparative dentin and dead tracts beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age. *J Oral Pathol*, 12(4):257-289.
- [49] Arnold, W.H., Konopka, S., Kriwalsky, M.S., Gaengler, P., (2003). Morphological analysis and chemical content of natural dentin carious lesion zones. *Ann Anat*, 185(5):419-424.
- [50] Kidd, E.A., Fejerskov, O., (2003) Dental caries: the disease and its clinical management. In. Blackwell Co, Oxford.

- [51] Arnold, W.H., Gaengler, P., Saeuberlich, E., (2000). Distribution and volumetric assessment of initial approximal caries lesions in human premolars and permanent molars using computer-aided three-dimensional reconstruction. *Arch Oral Biol*, 45(12):1065-1071.
- [52] Welbury, R., Raadal, M., Lygidakis, N.A., (2004). EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent*, 5(3):179-184.
- [53] Carvalho, J.C., Ekstrand, K.R., Thylstrup, A., (1989). Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res*, 68(5):773-779.
- [54] Lussi, A., (2004). Fissür çürüklerinde yeni ve geleneksel tanı yöntemleri. *Quintessence Türkçe*, 1:13-21.
- [55] Bjelkhagen, H., Sundstrom, F., Angmar-Mansson, B., Ryden, H., (1982). Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. *Swed Dent J*, 6(1):1-7.
- [56] Ricketts, D., Kidd, E., Weerheijm, K., de Soet, H., (1997). Hidden caries: what is it? Does it exist? Does it matter?. *Int Dent J*, 47(5):259-265.
- [57] Zadik, Y., Bechor, R., (2008). Hidden occlusal caries: challenge for the dentist. *N Y State Dent J*, 74(4):46-50.
- [58] Basting, R.T., Serra, M.C., (1999). Occlusal caries: diagnosis and noninvasive treatments. *Quintessence In*, 30(3):174-178.
- [59] Ashley, P., (2000). Diagnosis of occlusal caries in primary teeth. *Int J Paediatr Dent*, 10(2):166-171.
- [60] Newbrun, E., (1993). Problems in caries diagnosis. *Int Dent J*, 43(2):133-142.
- [61] Güngör, H.C., Uysal, S., (2003). Çiğneyici yüzey çürüğü ve teshis yöntemleri: literatür derlemesi. *Hacettepe Dishekimliği Fakültesi Dergisi*, 27:35-43.
- [62] Ismail, A.I., (1997). Clinical diagnosis of precavitated carious lesions. *Community Dent Oral Epidemiol*, 25(1):13-23.
- [63] Attrill, D.C., Ashley, P.F., (2001). Occlusal caries detection in primary teeth: a comparison of DIAGNOdent with conventional methods. *Br Dent J*, 190(8):440-443.
- [64] Pitts, N.B., (1997). Diagnostic tools and measurements--impact on appropriate care. *Community Dent Oral Epidemiol*, 25(1):24-35.
- [65] Zandona, A.F., Zero, D.T., (2006). Diagnostic tools for early caries detection. *J Am Dent Assoc*, 137(12):1675-1684; quiz 1730.
- [66] Maupome, G., Pretty, I.A., (2004). A closer look at diagnosis in clinical dental practice: part 4. Effectiveness of nonradiographic diagnostic procedures and devices in dental practice. *J Can Dent Assoc*, 70(6):470-474.
- [67] Hamilton, J.C., (2005). Should a dental explorer be used to probe suspected carious lesions? Yes--an explorer is a time-tested tool for caries detection. *J Am Dent Assoc*, 136(11):1526, 1528, 1530 passim.
- [68] Ekstrand, K., Qvist, V., Thylstrup, A., (1987). Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res*, 21(4):368-374.

- [69] Lussi, A., (1991). Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res*, 25(4):296-303.
- [70] Ismail, A.I., (2004). Visual and visuo-tactile detection of dental caries. *J Dent Res*, 83:56-66.
- [71] Ismail, A.I., Sohn, W., Tellez, M., Amaya, A., Sen, A., Hasson, H., Pitts, N.B., (2007). The international caries detection and assessment system (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 35(3):170-178.
- [72] Pitts, N.B., Ismail, A.I., Longbottom ve Ekstrand, K.R. (2009) Appendix Criteria Manual International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II) Revised in December. In, Bogoto, Colombia and Budapest, Hungary.
- [73] Kuhnisch, J., Berger, S., Goddon, I., Senkel, H., Pitts, N., Heinrich-Weltzien, R., (2008). Occlusal caries detection in permanent molars according to WHO basic methods, ICDAS II and laser fluorescence measurements. *Community Dent Oral*, 36(6):475-484.
- [74] Braga, M.M., Mendes, F.M., Martignon, S., Ricketts, D.N.J., Ekstrand, K.R., (2009). In vitro comparison of Nyvad's system and ICDAS-II with lesion activity assessment for evaluation of severity and activity of occlusal caries lesions in primary teeth. *Caries Research*, 43(5):405-412.
- [75] Shoaib, L., Deery, C., Ricketts, D.N.J., Nugent, Z.J., (2009). Validity and reproducibility of ICDAS II in primary teeth. *Caries Research*, 43(6):442-448.
- [76] Diniz, M.B., Rodrigues, J.A., Hug, I., Cordeiro, R.D.L., Lussi, A., (2009). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for occlusal caries detection. *Community Dent Oral*, 37(5):399-404.
- [77] Jablonski-Momeni, A., Ricketts, D.N.J., Weber, K., Ziomek, O., Heinzl-Gutenbrunner, M., Schipper, H.M., Stoll, R., Pieper, K., (2010). Effect of different time intervals between examinations on the reproducibility of ICDAS-II for occlusal caries. *Caries Research*, 44(3):267-271.
- [78] Braga, M.M., Ekstrand, K.R., Martignon, S., Imparato, J.C.P., Ricketts, D.N.J., Mendes, F.M., (2010). Clinical performance of two visual scoring systems in detecting and assessing activity status of occlusal caries in primary teeth. *Caries Research*, 44(3):300-308.
- [79] Matos, R., Novaes, T.F., Braga, M.M., Siqueira, W.L., Duarte, D.A., Mendes, F.M., (2011). Clinical performance of two fluorescence-based methods in detecting occlusal caries lesions in primary teeth. *Caries Research*, 45(3):294-302.
- [80] Jablonski-Momeni, A., Ricketts, D.N.J., Rolfsen, S., Stoll, R., Heinzl-Gutenbrunner, M., Stachniss, V., Pieper K., (2011). Performance of laser fluorescence at tooth surface and histological section. *Laser Med Sci*, 26(2):171-178.
- [81] Mitropoulos, P., Rahiotis, C., Kakaboura, A., Vougiouklakis, G., (2012). The impact of magnification on occlusal caries diagnosis with implementation of the ICDAS II criteria. *Caries Research*, 46(1):82-86.
- [82] Souza, J.F., Boldieri, T., Diniz, M.B., Rodrigues, J.A., Lussi, A., Cordeiro, R.C.L., (2013). Traditional and novel methods for occlusal caries detection: performance on primary teeth. *Laser Med Sc*, 28(1):287-295.

- [83] Gomez, J., Zakian, C., Salsone, S., Pinto, S.C.S., Taylor, A., Pretty, I.A., Ellwood, R., (2013). In vitro performance of different methods in detecting occlusal caries lesions. *Journal of Dentistry*, 41(2):180-186.
- [84] Kang, S.M., Min, J.H., Kim, H.N., Kim, B.I., Kim, J.B., Jeong, S.H., (2014). In vitro quantification of occlusal caries lesion using QLF-D, ICDAS, and DIAGNOdent. *Journal of Korean Academy of Oral Health*. 38(2):105-110.
- [85] Galcera Civera, V., Almerich Silla, J.M., Montiel Company, J.M., Forner Navarro, L., (2007). Clinical and radiographic diagnosis of approximal and occlusal dental caries in a low risk population. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 12(3):252-257.
- [86] Goaz, P.W., White, S.C., (1994). Oral Radiology Principles and Interpretation. In Mosby, St. Louis.
- [87] Weerheijm, K.L., Groen, H.J., Bast, A.J., Kieft, J.A., Eijkman, M.A., van Amerongen, W.E., (1992). Clinically undetected occlusal dentine caries: a radiographic comparison. *Caries Res*, 26(4):305-309.
- [88] Dove, S.B., (2001). Radiographic diagnosis of dental caries. *J Dent Educ*, 65(10):985-990.
- [89] Razmus, T.F., (1994). Caries, periodontal disease, and periapical changes. *Dent Clin North Am*, 38(1):13-31.
- [90] Ricketts, D.N., Kidd, E.A., Smith, B.G., Wilson, R.F., (1995). Clinical and radiographic diagnosis of occlusal caries: a study in vitro. *J Oral Rehabil*, 22(1):15-20.
- [91] Mileman, P.A., van den Hout, W.B., (2002). Comparing the accuracy of Dutch dentists and dental students in the radiographic diagnosis of dental caries. *Dentomaxillofac Radiol*, 31(1):7-14.
- [92] Kidd, E.A., Ricketts, D.N., Pitts, N.B., (1993). Occlusal caries diagnosis: a changing challenge for clinicians and epidemiologists. *J Dent*, 21(6):323-331.
- [93] Pretty, I.A., (2006). Caries detection and diagnosis: novel technologies, *J Dent*, 34(10):727-739.
- [94] Haak, R., Wicht, M.J., Noack, M.J., (2001). Conventional, digital and contrast-enhanced bitewing radiographs in the decision to restore approximal carious lesions. *Caries Res*, 35(3):193-199.
- [95] Wenzel, A., (1998). Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol*, 27(1):3-11.
- [96] van der Stelt, P.F., (2005). Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc*, 136(10):1379-1387.
- [97] Horner, K., Shearer, A.C., Walker, A., Wilson, N.H., (1990). Radiovisiography: an initial evaluation. *Br Dent J*, 168(6):244-248.
- [98] Miles, D.A., (1993). Imaging using solid-state detectors. *Dent Clin North Am*, 37(4): 531-540.
- [99] Barbat, J., (2001). Digital radiography. *Aust Endod J*, 27(2):62-65.
- [100] Parks, E.T., Williamson, G.F., (2002). Digital radiography: an overview. *J Contemp Dent Pract*, 3(4):23-39.

- [101] Macdonald, R., (2001). Digital imaging for dentists. *Aust Dent J*, 46(4):301-305.
- [102] Borg, E., Attaelmanan, A., Grondahl, H.G., (2000). Image plate systems differ in physical performance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 89(1):118-124.
- [103] Kashima, I., (1995). Computed radiography with photostimulable phosphor in oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 80(5):577-598.
- [104] Hildebolt, C.F., Couture, R.A., Whiting, B.R., (2000). Dental photostimulable phosphor radiography. *Dent Clin North Am*, 44(2):273-297.
- [105] Yeler, D.Y., Taşveren, S.K., Kaynar, O., (2006). Dişhekimliğinde dijital görüntüleme yöntemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg Supplement*, 1:1-6.
- [106] Friedman, J., Marcus, M.I., (1970). Transillumination of the oral cavity with use of fiber optics. *J Am Dent Assoc*, 80(4):801-809.
- [107] Strassler, H.E., Sensi, L.G., (2008). Technology-enhanced caries detection and diagnosis. *Compend Contin Educ Dent*, 29(8): 464-465, 468, 470 passim.
- [108] Schneiderman, A., Elbaum, M., Shultz, T., Keem, S., Greenebaum, M., Driller, J., (1997). Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res*, 31(2):103-110.
- [109] Young, D.A., Featherstone, J.D., (2005). Digital imaging fiber-optic transillumination, F-speed radiographic film and depth of approximal lesions. *J Am Dent Assoc*, 136(12):1682-1687.
- [110] Stookey, G.K., Jackson, R.D., Zandona, A.G., Analoui, M., (1999). Dental caries diagnosis. *Dent Clin North Am*, 43(4):665-677.
- [111] König, K., Schneckenburger, H., Hibst, R., (1999). Time-gated in vivo autofluorescence imaging of dental caries. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)*, 45(2):233-239.
- [112] Heinrich-Weltzien, R., Kuhnisch, J., van der Veen, M., de Josselin de Jong, E., Stosser, L., (2003). Quantitative light-induced fluorescence (QLF)-a potential method for the dental practitioner. *Quintessence Int*, 34(3):181-188.
- [113] Stookey, G.K., (2004). Optical methods-quantitative light fluorescence. *J Dent Res*, 83:84-88.
- [114] Korkut, B., Tağtekin, D.A., Yanıkoğlu, F.C., (2001). Diş çürüklerinin erken teşhisi ve teşhiste yeni yöntemler: QLF, Diagnodent, elektriksel iletkenlik ve ultrasonik sistem. *EÜ Dişhek Fak Derg*, 32:55-67.
- [115] Angmar-Mansson, B., ten Bosch, J.J., (1993). Advances in methods for diagnosing coronal caries-a review. *Adv Dent Res*, 7(2):70-79.
- [116] Tam, L.E., McComb, D., (2001). Diagnosis of occlusal caries: Part II. Recent diagnostic technologies. *J Can Dent Assoc*, 67(8):459-463.
- [117] Banerjee, A., Boyde, A., (1998). Autofluorescence and mineral content of carious dentine: scanning optical and backscattered electron microscopic studies. *Caries Res*, 32(3):219-226.
- [118] Hibst, R., Paulus, R., Lussi, A., (2001). Detection of occlusal caries by laser fluorescence: basic and clinical investigations. *Med Laser Appl*, 16(3):205-213.

- [119] Vaarkamp, J., ten Bosch, J.J., Verdonschot, E.H., (1995). Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries Res*, 29(1):8-13.
- [120] Lussi, A., Hibst, R., Paulus, R., (2004). DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res*, 83:80-83.
- [121] Bader, J.D., Shugars, D.A., (2004). A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *J Am Dent Assoc*, 135(10):1413-1426.
- [122] Huth, K.C., Neuhaus, K.W., Gygax, M., Bucher, K., Crispin, A., Paschos, E., Hickel, R., Lussi, A., (2008). Clinical performance of a new laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions in permanent molars. *J Den*, 36(12):1033-1040.
- [123] Lussi, A., Hack, A., Hug, I., Heckenberger, H., Megert, B., Stich, H., (2006). Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device. *Caries Research*, 40(2):97-103.
- [124] Aljehani, A., Yang, L.F., Shi, X.Q., (2007). In vitro quantification of smooth surface caries with DIAGNOdent and the DIAGNOdent pen. *Acta Odontologica Scandinavica*, 65(1):60-63.
- [125] Kuhnisch, J., Bucher, K., Henschel, V., Hickel, R., (2007). Reproducibility of DIAGNOdent 2095 and DIAGNOdent Pen measurements: results from an in vitro study on occlusal sites. *European Journal of Oral Sciences*, 115(3):206-211.
- [126] Rodrigues, J.D., Hug, I., Lussi, A., (2009). The influence of PVC wrapping on the performance of two laser fluorescence devices on occlusal surfaces in vitro. *Photomedicine and Laser Surgery*, 27(3):435-439.
- [127] Novaes, T.F., Matos, R., Raggio, D.P., Imparato, J.C.P., Braga, M.M., Mendes, F.M., (2010). Influence of the discomfort reported by children on the performance of approximal caries detection methods. *Caries Research*, 44(5):465-471.
- [128] Huth, K.C., Lussi, A., Gygax, M., Thum, M., Crispin, A., Paschos, E., Hickel, R., Neuhaus K.W., (2010). In vivo performance of a laser fluorescence device for the approximal detection of caries in permanent molars. *Journal of Dentistry*, 38(12):1019-1026.
- [129] De Benedetto, M.S., Morais, C.C., Novaes, T.F., Rodrigues, J.D., Braga, M.M., Mendes, F.M., (2011). Comparing the reliability of a new fluorescence camera with conventional laser fluorescence devices in detecting caries lesions in occlusal and smooth surfaces of primary teeth. *Laser Med Sci*, 26(2):157-162.
- [130] Rodrigues, J.A., Hug, I., Neuhaus, K.W., Lussi, A., (2011). Light-emitting diode and laser fluorescence-based devices in detecting occlusal caries. *Journal of Biomedical Optics*, 16(10):1-5.
- [131] Jablonski-Momeni, A., Rosen, S.M., Schipper, H.M., Stoll, R., Roggendorf, M.J., Heinzl-Gutenbrunner, M., Stachniss, V., Pieper K., (2012). Impact of measuring multiple or single occlusal lesions on estimates of diagnostic accuracy using fluorescence methods. *Laser Med Sci*, 27(2):343-352.
- [132] Seremidi, K., Lagouvardos, P., Kavvadia, K., (2012). Comparative in vitro validation of VistaProof and DIAGNOdent pen for occlusal caries detection in permanent teeth. *Operative Dentistry*, 37(3):234-245.



- [133] Novaes, T.F., Matos, R., Gimenez, T., Braga, M.M., De Benedetto, M.S., Mendes, F.M., (2012). Performance of fluorescence-based and conventional methods of occlusal caries detection in primary molars-an in vitro study. *International Journal of Paediatric Dentistry*,22(6):459-466.
- [134] Bittar, D.G., Gimenez, T., Morais, C.C., De Benedetto, M.S., Braga, M.M., Mendes, F.M., (2012). Influence of moisture and plaque on the performance of a laser fluorescence device in detecting caries lesions in primary teeth. *Laser Med Sci*, 27(6):1169-1174.
- [135] Matos, R., Novaes, T.F., Reyes, A., De Benedetto, M.S., Mendes, F.M., Braga, M.M., (2013). Influence of cross-infection control methods on performance of pen-type laser fluorescence in detecting occlusal caries lesions in primary teeth. *Laser Med Sci*, 28(1):185-192.
- [136] Achilleos, E.E., Rahiotis, C., Kakaboura, A., Vougiouklakis, G., (2013). Evaluation of a new fluorescence-based device in the detection of incipient occlusal caries lesions. *Laser Med Sci*, 28(1):193-201.
- [137] Cinar, C., Atabek, D., Odabas, M.E., Olmez A., (2013). Comparison of laser fluorescence devices for detection of caries in primary teeth. *International Dental Journal*, 63(2):97-102.
- [138] Sinanoglu, A., Ozturk, E., Ozel, E., (2014). Diagnosis of occlusal caries using laser fluorescence versus conventional methods in permanent posterior teeth: a clinical study. *Photomedicine and Laser Surgery*. 32(3):130-137.
- [139] Ozturk, E., Sinanoglu, A., (2015). Histological validation of cone-beam computed tomography versus laser fluorescence and conventional diagnostic methods for occlusal caries detection. *Photomedicine and Laser Surgery*, 33(2):61-68.
- [140] Rechmann, P., Charland, D., Rechmann, B.M., Featherstone, J.D., (2012). Performance of laser fluorescence devices and visual examination for the detection of occlusal caries in permanent molars. *J Biomed Opt*, 17(3):1-15.
- [141] Rechmann, P., Rechmann, B.M., Featherstone, J.D., (2012). Caries detection using light-based diagnostic tools. *Compend Contin Educ Dent*, 33(8):582-584, 586, 588-593; quiz 594, 596.
- [142] Tassery, H., Levallois, B., Terrer, E., Manton, D.J., Otsuki, M., Koubi, S., Gugnani, N., Panayotov, I., Jacquot, B., Cuisinier F., (2013). Use of new minimum intervention dentistry technologies in caries management. *Aust Dent J*, 58(1):40-59.
- [143] Gugnani, N., Pandit, I., Srivastava, N., Gupta, M., Gugnani, S., (2011). Light induced fluorescence evaluation: A novel concept for caries diagnosis and excavation. *J Conserv Dent*, 14(4):418-422.
- [144] Panayotov, I., Terrer, E., Salehi, H., Tassery, H., Yachouh, J., Cuisinier, F.J., Levallois, B., (2013). In vitro investigation of fluorescence of carious dentin observed with a Soprolife(R) camera. *Clin Oral Investig*. 17(3):757-763.
- [145] Erol, S., Kamak, H., Erten, H., (2014). Evaluation of caries dentin using light-induced fluorescence: a case report. *J Clin Diagn Res*, 8(1):297-298.
- [146] Zeitouny, M., Feghali, M., Nasr, A., Abou-Samra, P., Saleh, N., Bourgeois, D., Farge, P., (2014). SOPROLIFE system: an accurate diagnostic enhancer. *Scientific World Journal*, 2014:1-8.

- [147] Theocharopoulou, A., Lagerweij, M.D., van Strijp, A.J., (2015). Use of the ICDAS system and two fluorescence-based intraoral devices for examination of occlusal surfaces. *Eur J Paediatr Dent*, 16(1):51-55.
- [148] Betrisey, E., Rizcalla, N., Krejci, I., Ardu, S., (2014). Caries diagnosis using light fluorescence devices: VistaProof and DIAGNOdent. *Odontology*, 102(2):330-335.
- [149] Jablonski-Momeni, A., Liebegall, F., Stoll, R., Heinzl-Gutenbrunner, M., Pieper, K., (2013). Performance of a new fluorescence camera for detection of occlusal caries in vitro. *Lasers Med Sci*, 28(1):101-109.
- [150] Aktan, A.M., Cebe, M.A., Ciftci, M.E., Sirin Karaarslan, E., (2012). A novel LED-based device for occlusal caries detection. *Lasers Med Sci*, 27(6):1157-1163.
- [151] Buhler, C., Ngaotheppitak, P., Fried, D., (2005). Imaging of occlusal dental caries (decay) with near-IR light at 1310-nm. *Opt Express*, 13(2):573-582.
- [152] Lee, C., Darling, C.L., Fried, D., (2009). Polarization-sensitive optical coherence tomographic imaging of artificial demineralization on exposed surfaces of tooth roots. *Dent Mater*, 25(6):721-728.
- [153] Fried, D., Xie, J., Shafi, S., Featherstone, J.D., Breunig, T.M., Le, C., (2002). Imaging caries lesions and lesion progression with polarization sensitive optical coherence tomography. *J Biomed Opt*, 7(4):618-627.
- [154] Shimada, Y., Sadr, A., Burrow, M.F., Tagami, J., Ozawa, N., Sumi Y., (2010). Validation of swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) for the diagnosis of occlusal caries. *J Dent*, 38(8):655-665.
- [155] Gomez, J., Zakian, C., Salsone, S., Pinto, S.C., Taylor, A., Pretty, I.A., Ellwood, R., (2013). In vitro performance of different methods in detecting occlusal caries lesions. *J Dent*, 41(2):180-186.
- [156] Huysmans, M.C., Longbottom, C., Pitts, N., (1998). Electrical methods in occlusal caries diagnosis: An in vitro comparison with visual inspection and bite-wing radiography. *Caries Res*, 32(5):324-329.
- [157] Pincus, P., (1951). A new methods of examination of molar tooth grooves for the presence of dental caries. *Journal of Physiology*, 113:13-14.
- [158] Longbottom, C., Huysmans, M.C., (2004). Electrical measurements for use in caries clinical trials. *J Dent Res*, 83:76-79.
- [159] Ricketts, D.N., Kidd, E.A., Beighton, D., (1995). Operative and microbiological validation of visual, radiographic and electronic diagnosis of occlusal caries in non-cavitated teeth judged to be in need of operative care. *Br Dent J*, 179(6):214-220.
- [160] Eldarrat, A.H., Wood, D.J., Kale, G.M., High, A.S., (2007). Age-related changes in ac-impedance spectroscopy studies of normal human dentine. *J Mater Sci Mater Med*, 18(6):1203-1210.
- [161] Miyasaki, M.A., (2011). Building your practice with caries management and CarieScan PRO. Greater New York Dental Meeting, 1:26-27.
- [162] Eldarrat, A.H., High, A.S., Kale, G.M., (2010). Age-related changes in ac-impedance spectroscopy studies of normal human dentine: further investigations. *J Mater Sci Mater Med*, 21(1):45-51.

- [163] Teo, T.K., Ashley, P.F., Louca, C., (2014). An in vivo and in vitro investigation of the use of ICDAS, DIAGNOdent pen and CarieScan PRO for the detection and assessment of occlusal caries in primary molar teeth. *Clin Oral Investig*, 18(3):737-744.
- [164] Mortensen, D., Dannemand, K., Twetman, S., Keller, M.K., (2014). Detection of non-cavitated occlusal caries with impedance spectroscopy and laser fluorescence: an in vitro study. *Open Dent J*, 8:28-32.
- [165] Chalas, R., Wojcik-Checincka, I., Zubrzycka-Wrobel, J., Piatek, D., Bachanek, T., (2014). Comparison of visual, impedance spectroscopy and laser fluorescence methods in detecting early carious lesions on occlusal surfaces. *Curr Issues Pharm Med Sci*, 27(2):102-104.
- [166] Jablonski-Momeni, A., Klein, S.M.C, (2015). In-Vivo Performance of the CarieScan Pro Device for Detection of Occlusal Dentine Lesions. *The Open Access Journal of Science and Technology*, 3:1-6.
- [167] Caliskan Yanikoglu, F., Ozturk, F., Hayran, O., Analoui, M., Stookey, G.K., (2000). Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries Res*, 34(3):225-232.
- [168] Bozkurt, F.O., Tagtekin, D.A., Hayran, O., Stookey, G.K., Yanikoglu, F.C., (2005). Accuracy of ultrasound measurement of progressive change in occlusal enamel thickness. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 99(1):101-105.
- [169] Ekstrand, K.R., Ricketts, D.N., Kidd, E.A., (1997). Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res*, 31(3):224-231.
- [170] Downer, M.C., (1975). Concurrent validity of an epidemiological diagnostic system for caries with the histological appearance of extracted teeth as validating criterion. *Caries Res*, 9(3):231-246.
- [171] Landis, J.R., Koch, G.G., (1977). The measurement of observer agreement for categorical data, *Biometrics*, 33(1):159-174.
- [172] Reis, A., Mendes, F.M., Angnes, V., Angnes, G., Grande, R.H., Loguercio, A.D., (2006). Performance of methods of occlusal caries detection in permanent teeth under clinical and laboratory conditions. *J Dent*, 34(2):89-96.
- [173] Pitts, N.B., (1996). The use of bitewing radiographs in the management of dental caries: scientific and practical considerations. *Dentomaxillofac Radiol*, 25(1):5-16.
- [174] Küçükyılmaz, E. (2009). Süt Dişlerindeki Okluzal Çürüklerin Teşpitinde Konvansiyonel Metotların, DIAGNOdent'in ve ECM'nin Performanslarının Araştırılması, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [175] Kuhnisch, J., Dietz, W., Stosser, L., Hickel, R., Heinrich-Weltzien, R., (2007). Effects of dental probing on occlusal surfaces--a scanning electron microscopy evaluation. *Caries Res*, 41(1):43-48.
- [176] Hosoya, Y., Matsuzaka, K., Inoue, T., Marshall, G.W. Jr., (2004). Influence of tooth-polishing pastes and sealants on DIAGNOdent values. *Quintessence Int*, 35(8): 605-611.

- [177] Lussi, A., Reich, E., (2005). The influence of toothpastes and prophylaxis pastes on fluorescence measurements for caries detection in vitro. *Eur J Oral Sci*, 113(2):141-144.
- [178] Francescut, P., Zimmerli, B., Lussi, A., (2006). Influence of different storage methods on laser fluorescence values: a two-year study. *Caries Res*, 40(3):181-185.
- [179] Mendes, F.M., Hissadomi, M., Imparato, J.C., (2004). Effects of drying time and the presence of plaque on the in vitro performance of laser fluorescence in occlusal caries of primary teeth. *Caries Res*, 38(2):104-108.
- [180] Costa, A.M., Bezzerra, A., Fuks, A.B., (2007). Assessment of the accuracy of visual examination, bite-wing radiographs and DIAGNOdent on the diagnosis of occlusal caries. *Eur Arch Paediatr Dent*, 8(2):118-122.
- [181] Lussi, A., (1993). Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res*, 27(5):409-416.
- [182] Weir, J.P., (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res*, 19(1):231-240.
- [183] Çamlıca, H., Dişçi, R., (2008). Tanı testlerinde sınır değerlerinin belirlenmesi. *Türk Onkoloji Dergisi*, 23(1):26-33.
- [184] Rodrigues, J.A., Neuhaus, K.W., Diniz, M.B., Hug, I., Stich, H., Karlsson, L., Lussi, A., (2012). Comparison among gold standard techniques used for the validation of methods for occlusal caries detection. *Microscopy Research and Technique*, 75(5):605-608.
- [185] Zou, K.H., O'Malley, A.J., Mauri, L., (2007). Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models. *Circulation*, 115:654-657.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Arzu KOÇKANAT
Doğum Yeri ve Tarihi	Sivas, 21/12/1985
Medeni Hali	Evli
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, 58140-Sivas
E-posta Adresi	<a href="mailto:dt_arzu@hotmail.com">dt_arzu@hotmail.com</a>

### Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Sivas Selçuk Anadolu Lisesi, 2004
Lisans	Selçuk Üniversitesi, 2009
Yüksek Lisans	Selçuk Üniversitesi, 2009

### İş Tecrübesi

Özel Dent SİVAS	Diş Hekimi, 2009-2010
Cumhuriyet Üniversitesi	Araştırma görevlisi, 2010-

### Yayınlar

1. Unal M, Oznurhan F, Kapdan A, Aksoy S, Dürer A (2014). Traumatic dental injuries in children; Experience of a hospital in the central Anatolia region of Turkey. *Eur J Paediatr Dent*, 15(1):17-22.
2. Unal M, Oznurhan F, Kapdan A, Dürer A (2015). A comparative clinical study of three fissure sealants on primary teeth: 24-month results. *J Clin Pediatr Dent*, 39(2):113-9
3. Kapdan A, Oznurhan F, Durer A, Aksoy A (2012). Mukopolisakkaridozis Tip IVA (Morquio Sendromu). *Türkiye Klinikleri J Dental*, 18(3):382-386.
4. Oznurhan F, Buldur B, Ozturk C, Durer A (2015). Effects of different cavity disinfectant procedures on microtensile bond strength of permanent teeth. *Cumhuriyet Dental Journal*, 18(2):170-179.
5. Kapdan A, Oznurhan F, Durer A, Aksoy A (2012). Mukopolisakkaridozis Tip IVA (Morquio Sendromu): Bir Olgu Sunumu. İnönü Üniversitesi Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi. (Poster)
6. Unal M, Dürer A, Öznurhan F, Kapdan A, Arı T (2014). Diagnostic Accuracy of ICDAS, DIAGNOdent pen, CarieScan PRO and SoproLife camera for the Incipient Caries Detection. 8th International Congress of Mediterranean Societies of Pediatric Dentistry & 21st Congress of Turkish Society of Pediatric Dentistry. (Poster)
7. Unal M, Kapdan A, Oznurhan F, Aksoy S, Durer A, Buldur B (2012). 0-14 Yaş Grubu Çocuklarda Travmatik Diş Yaralanmalarının Retrospektif Değerlendirilmesi. Türk Pedodonti Derneği 19. Kongresi. (Poster)