

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ



**SÜT VE DAİMİ DİŞLERDE
OKLUZAL ÇÜRÜK LEZYONLARININ TESPİTİNDE
FARKLI ÇÜRÜK TEŞHİS YÖNTEMLERİNİN
İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

KORAY SÜRME

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Nihal BELDÜZ KARA

ORDU-2017

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ

SÜT VE DAİMİ DİŞLERDE
OKLUZAL ÇÜRÜK LEZYONLARININ TESPİTİNDE
FARKLI ÇÜRÜK TEŞHİS YÖNTEMLERİNİN
İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

KORAY SÜRME

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Nihal BELDÜZ KARA

ORDU-2017

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Koray SÜRME

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olan ve yol gösteren, daima desteğini hissettiğim çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Nihal BELDÜZ KARA' ya,

Asistanlığım boyunca bilimsel ve mesleki tecrübeleri ile yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Çiğdem GÜLER' e,

Tez çalışmamın istatistiksel analizinde yardımları için Sayın Prof. Dr. Soner ÇANKAYA' ya,

Histolojik değerlendirmenin gerçekleştirilmesindeki katkıları için Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Parazitoloji Anabilim Dalı ile Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerine;

Uzmanlık eğitimim boyunca tanımaktan ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm asistan arkadaşlarıma,

Bu süreçte desteği ve sevgisi ile yanımda olan sevgili meslektaşım Dt. Melek YILDIRIM' a

Tüm yaşamım boyunca bana destek olup sevgisi ve emekleri ile beni bu günlere getiren, teşekkürlerin yetersiz kalacağı canım anneme, babama ve ablama,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

SÜT VE DAIMİ DİŞLERDE OKLUZAL ÇÜRÜK LEZYONLARININ TESPİTİNDE FARKLI ÇÜRÜK TEŞHİS YÖNTEMLERİNİN İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Amaç: Çürük lezyonlarının erken aşamada tespiti koruyucu ve durdurucu tedavilerin uygulanması için gereklidir. Bu *in vitro* çalışmanın amacı, görsel dokusal muayene (ICDAS II), radyografik muayene, alternatif akım empedans spektroskopisi (CarieScan PRO), lazer floresans (DIAGNOdent Pen) ve yakın-kızılötesi ışık transillüminasyon (DIAGNOcam) yöntemlerinin okluzal çürük teşhisindeki etkinliklerinin süt ve daimi dişlerde değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda çekilmiş 120 adet süt azı dişi ve 120 adet daimi küçük ve büyük azı dişi kullanılmıştır. Dişler iki ayrı araştırmacı tarafından çürük teşhis yöntemleri kullanılarak birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Ölçümlerden sonra altın standart olarak kullanılan histolojik doğrulama için her bir diş, çürük şüphesi bulunan bölge açığa çıkacak şekilde ikiye bölünmüştür. Örnekler stereomikroskop altında görüntülenmiş ve skorlanmıştır. Farklı çürük teşhis yöntemlerine ait skorlar aynı gruplar altında birleştirildikten sonra yöntemlerin performanslarının değerlendirilmesi D₁ (başlangıç mine çürüğü), D₂ (derin mine çürüğü) ve D₃ (dentin çürüğü) eşik değerlerine göre ROC (Receiver operating characteristic) analizi kullanılarak, araştırmacılar arası uyumunun değerlendirilmesi ise Kappa analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Duyarlılık, seçicilik ve AUC değerleri açısından hem süt hem de daimi dişler için D₁ eşik değerine göre en yüksek performansı DIAGNOcam yöntemi göstermiş ve CarieScan PRO ve radyografik yöntem hariç istatistiksel olarak diğer tüm yöntemler ile arasında farklılık tespit edilmemiştir (p<0,05). Hem süt hem de daimi dişler için D₂ eşik değerine göre en yüksek performansı görsel muayene ve DIAGNOcam yöntemleri sergilemiş ve diğer tüm yöntemler ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). Daimi dişler için D₃ eşik değerine göre en yüksek performans DIAGNOcam yöntemi için bulunmuştur ve DIAGNOdent Pen ve CarieScan PRO yöntemlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır (p<0,05). Süt dişleri için D₃ eşik değerine göre en yüksek performans DIAGNOdent

Pen ve DIAGNOcam yöntemleri için elde edilmiştir ve radyografik muayene ve CarieScan PRO yöntemlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır ($p<0,05$).

Kappa analizine göre görsel değerlendirme, radyografik değerlendirme ve CarieScan PRO yöntemleri için gözlemciler arasında orta düzeyde uyum bulunmuştur. DIAGNOdent Pen yöntemi için süt dişlerinde mükemmel düzeyde, daimi dişlerde ise orta düzeyde uyum gözlenmiştir. DIAGNOcam yöntemi için süt dişlerinde orta düzeyde, daimi dişlerde ise güçlü düzeyde uyum bulunmuştur.

Sonuç: Başlangıç seviyesindeki çürüklerin tespitinde x-ışınına maruz kalmayı ortadan kaldırmak için görsel değerlendirmeye ilave olarak radyografik muayene yerine DIAGNOdent Pen ve DIAGNOcam yöntemleri kullanılabilir. CarieScan PRO ile çok başarılı sonuçlar elde edilememiştir. DIAGNOcam cihazı nispeten yeni bir cihazdır, bu nedenle ileri klinik çalışmaların yapılması gerektiği kanısındayız.

Anahtar Kelimeler: Okluzal çürük, Çürük teşhis yöntemleri, ROC analizi, Kappa analizi, Süt dişleri, Daimi dişler

ABSTRACT

IN VITRO EVALUATION OF DIFFERENT CARIES DETECTION METHODS FOR DETECTION OF OCCLUSAL CARIES LESIONS IN PRIMARY AND PERMANENT TEETH

Aim: Early detection of caries lesions is necessary in order to implement preventive and interceptive treatment strategies. The aim of this in vitro study was to evaluate the performance of the visual examination (ICDAS II), radiographic examination, alternating current impedance spectroscopy (Cariescan PRO), laser fluorescence (DIAGNOdent Pen) and near-infrared light transillumination (DIAGNOcam) methods in detecting occlusal caries lesions.

Material and Method: In our study 120 extracted primary molars and 120 extracted permanent molars and premolars were used. Two examiners independently applied caries diagnostic methods under the same conditions. After measurement, for the histological validation used as a gold standard, each tooth is divided into two so that the suspicious region is exposed. The samples were visualized under a stereomicroscope and scored. After the scores of different caries diagnosis methods were combined under the same groups, the effectiveness of the diagnostic methods was evaluated using ROC (Receiver operating characteristic) analysis method for D₁ (initial enamel caries), D₂ (deep enamel caries) and D₃ (dentin caries) thresholds and Kappa analysis were used to assess interexaminer agreement.

Results: In terms of sensitivity, specificity and AUC values, for the D₁ threshold the highest performance for both primary and permanent teeth was found for the DIAGNOcam method and no statistically significant difference was found between DIAGNOcam method and all other methods except radiographic and Cariescan PRO methods ($p < 0,05$). For both primary and permanent teeth, the highest performance for D₂ threshold was found for visual examination and DIAGNOcam methods and was statistically significantly different from the other methods ($p < 0,05$). For permanent teeth, the highest performance for the D₃ threshold was found for the DIAGNOcam method and was statistically significantly different from DIAGNOdent Pen and Cariescan PRO methods ($p < 0,05$). For primary teeth, the highest performance for the D₃ threshold was found for DIAGNOdent Pen and DIAGNOcam methods and was

statistically significantly different from CarieScan PRO and radiographic examination methods ($p < 0,05$).

In terms of Kappa analysis, moderate agreement among examiners was found for visual examination, radiographic examination, and CarieScan PRO methods. For the DIAGNOdent Pen method very good agreement in the primary teeth and moderate agreement in the permanent teeth was found. For the DIAGNOcam method moderate agreement in the primary teeth and good agreement in the permanent teeth was found.

Conclusion: In addition to the visual examination, DIAGNOdent Pen and DIAGNOcam methods can be used in place of radiographic examination to limit x-ray exposure for the detection of initial caries lesions. Unsuccessful results were found for the CarieScan PRO. DIAGNOcam is a relatively new device, so we believe that further clinical studies are needed.

Keywords: Occlusal caries, Caries diagnosis methods, ROC analysis, Kappa analysis, Primary teeth, Permanent teeth

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	Sayfa No
TEZ BİLDİRİMİ	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Minenin Yapısı	3
2.2. Dentinin Yapısı	4
2.3. Süt Dişleri	5
2.4. Diş Çürükleri	5
2.5. Çürüğün Sınıflandırılması	8
2.5.1. Etkilenen Sert Dokuya Göre	9
2.5.1.1. Mine Çürükleri	9
2.5.1.2. Dentin Çürükleri	10
2.5.2. Etkilenen Anatomik Bölgeye Göre	12
2.5.2.1. Okluzal Diş Çürükleri	12
2.5.2.2. Düz Yüzey Çürükleri (Arayüz Çürükleri)	14
2.5.2.3. Kök Yüzeyi Çürükleri	14
2.6. Çürük Teşhis Yöntemleri	14
2.6.1. Geleneksel Yöntemler	15
2.6.1.1. Görsel ve Sondla (Dokunsal) Muayene Yöntemi	15
2.6.1.2. Büyütme ile Görsel Muayene Yöntemi	17
2.6.1.3. Geleneksel Radyografik Muayene Yöntemi	17

2.6.2. Günümüz Dijital Teknolojisini İçeren Yöntemler	19
2.6.2.1. Dijital Radyografik Muayene Yöntemi	19
2.6.2.2. Elektronik Çürük Ölçüm Yöntemi (ECM)	19
2.6.2.3. Fiber Optik Transillüminasyon Yöntemi (FOTI)	21
2.6.2.4. Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF) Yöntemi	22
2.6.2.5. Lazer Floresans Yöntemi (DIAGNOdent)	23
2.6.2.6. Yakın-kızılötesi Işık Transillüminasyon Yöntemi	25
2.6.3. Geliştirilmekte Olan Teknolojileri Kullanan Yöntemler	26
2.6.3.1. Alternatif Akım Empedans Spektroskopisi Yöntemi	26
2.6.3.2. Ultrasonik Görüntüleme Yöntemi	27
2.7. Çürük Teşhis Yöntemlerinin Değerlendirilmesi	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. Çalışmada Kullanılacak Olan Dişlerin Dâhil Edilme Kriterleri	32
3.2. Çalışmada Kullanılacak Olan Dişlerin Dişlerin Hariç Tutulma Kriterleri	32
3.3. Hekim Kalibrasyonu	32
3.4. Dişlerin Toplanması ve Saklanması	33
3.5. Çürük Teşhis Yöntemlerinin Uygulanması	33
3.5.1. Görsel Dokunsal Muayene	34
3.5.2. Radyografik Muayene	35
3.5.3. Alternatif Akım Empedans Spektroskopisi Yöntemi ile Muayene	36
3.5.4. Lazer Floresans Yöntemi ile Muayene	38
3.5.5. Yakın-kızılötesi Işık Transillüminasyon Yöntemi ile Muayene	40
3.5.6. Histolojik Değerlendirme	44
3.5.7. İstatistiksel Değerlendirme	47
4. BULGULAR	50
4.1. Daimi Dişler için D_1 , D_2 ve D_3 Eşik Değerlerine ait Bulgular	54
4.2. Süt Dişleri için D_1 , D_2 ve D_3 Eşik Değerlerine ait Bulgular	57
4.3. Araştırmacılar Arasındaki Uyuma Ait Bulgular	61
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	81
7. KAYNAKLAR	83
8. ÖZGEÇMİŞ	107

SİMGELER ve KISALTMALAR

[Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ (OH) ₂]	: Kalsiyum Hidroksiapatit
°C	: Santigrat
AUC	: Area Under Curve
Ca	: Kalsiyum
CCD	: Charged-Coupled device
CD	: Compact Disc
CORE	: Commission on Oral Health, Research and Epidemiology
DIFOTI	: Dijitalize fiber optik transillüminasyon
ECM	: Electronic caries meter
F	: Flor
FACE	: Fluorescence-aided Caries Excavation
FOTI	: Fiber optik transillüminasyon
GN	: Gerçek negatif
GP	: Gerçek pozitif
HAP	: Hidroksiapatit
Hz	: Hertz
ICDAS	: International Caries Detection and Assessment System
LCD	: Liquid-crystal display
MHz	: Megahertz
mm	: Milimetre
NILT	: Near infrared light transillumination
nm	: Nanometre
PO ₄	: Fosfat
QLF	: Quantitative light-induced fluorescence

ROC	: Receiver operating characteristic
RVG	: Radiovisiography
s	: Saniye
YN	: Yanlış negatif
YP	: Yanlış pozitif
λ	: Lambda
μm	: Mikrometre



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Çürük gelişimini etkileyen faktörler

Şekil 3.1. Film tutucu kullanılarak radyografik yöntemin uygulanması

Şekil 3.2. CarieScan PRO ile muayene yönteminin uygulanması

Şekil 3.3. DIAGNOdent Pen cihazı

Şekil 3.4. DIAGNOcam cihazı

Şekil 3.5. DIAGNOcam cihazının çalışma mekanizması

Şekil 3.6. DIAGNOcam cihazı ve bilgisayar KID yazılım programı

Şekil 3.7. Stereomikroskop kullanılarak histolojik doğrulamanın gerçekleştirilmesi

Şekil 3.8. Kesitlerden elde edilen histolojik görüntüler

Şekil 4.1. Histolojik değerlendirmeye göre daimi dişlere ait çürük dağılımı

Şekil 4.2. Histolojik değerlendirmeye göre süt dişlere ait çürük dağılımı

Şekil 4.3. Daimi dişler için D_1 eşik değerine göre ROC eğrileri

Şekil 4.4. Daimi dişler için D_2 eşik değerine göre ROC eğrileri

Şekil 4.5. Daimi dişler için D_3 eşik değerine göre ROC eğrileri

Şekil 4.6. Süt dişleri için D_1 eşik değerine göre ROC eğrileri

Şekil 4.7. Süt dişleri için D_2 eşik değerine göre ROC eğrileri

Şekil 4.8. Süt dişleri için D_3 eşik değerine göre ROC eğrileri

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1. ICDAS II kriterleri

Tablo 3.2. Radyografik değerlendirme kriterleri

Tablo 3.3. CarieScan PRO değerlendirme kriterleri

Tablo 3.4. DIAGNOdent Pen değerlendirme kriterleri

Tablo 3.5. DIAGNOcam değerlendirme kriterleri

Tablo 3.6. Histolojik değerlendirme kriterleri

Tablo 3.7. Kappa katsayısı değerlendirme skalası

Tablo 3.8. Tüm yöntemlere ait değerlerin aynı gruplar altında birleştirilmesi

Tablo 4.1. Araştırmacıların (A_1 ve A_2) daimi dişler için farklı çürük teşhis yöntemlerine ve histolojik değerlendirme skorlarına göre dağılımı

Tablo 4.2. Araştırmacıların (A_1 ve A_2) süt dişleri için farklı çürük teşhis yöntemlerine ve histolojik değerlendirme skorlarına göre dağılımı

Tablo 4.3. Daimi dişler için teşhis yöntemlerinin eşik değerlerine göre duyarlılık, seçicilik, doğruluk, AUC ve p değerleri

Tablo 4.4. Süt dişleri için teşhis yöntemlerinin eşik değerlerine göre duyarlılık, seçicilik, doğruluk, AUC ve p değerleri

Tablo 4.5. Daimi dişler için araştırmacılar arası Kappa değerleri

Tablo 4.6. Süt dişleri için araştırmacılar arası Kappa değerleri

1.GİRİŞ

Diş çürüğü ve periodontal hastalıklar muhtemelen dünyadaki en yaygın kronik hastalıklardandır. Çürük, insanları tarih öncesi zamanlardan beri etkilese de bu hastalığın yaygınlığı beslenme alışkanlıklarındaki değişime bağlı olarak artmıştır. Ancak, özellikle gelişmiş ülkelerdeki bu artış 1970'li yılların sonu ve 1980'li yılların başında düşüşe geçmiş ve çürük yaygınlığında belirgin bir azalma gözlenmiştir. Bu düşüşün sebebi tam olarak açıklanamasa da sulara ve çeşitli oral hijyen ürünlerine, özellikle de diş macunlarına flor ilave edilmesinin buna neden olduğu bildirilmiştir (Roberson ve ark., 2006).

Gelişmiş ülkelerdeki çürük yaygınlığı incelendiğinde, özellikle yüksek ve orta sosyoekonomik sınıflarda çürüğün görülme sıklığının belirgin derece azaldığı, sosyoekonomik olarak düşük sınıflarda ise diş çürüğü yaygınlığının daha yüksek olduğu görülmüştür. Çürük yaygınlığı gelişmiş ülkelerde azalırken, az gelişmiş ve ekonomik durumu kötü olan ülkelerde salgın durumundadır. Bu durum ise dental tedavi masraflarını karşılama imkânı düşük olan toplumlarda çürük yaygınlığının daha fazla olduğunu göstermektedir (Roberson ve ark., 2006).

Çürük tedavisi toplumlar için oldukça büyük maliyet oluşturmaktadır. Direkt tedavi maliyetlerinin yanı sıra iş gücü kaybı, zaman gibi indirekt maliyetleri de bulunmaktadır. Bu maliyetlere ek olarak ağrı, diş kaybı ve estetik olmayan görünüm gibi maddi olmayan sonuçları da bulunmaktadır (Roberson ve ark., 2006).

Türkiye'de çocuklardaki süt ve daimi dişlerde çürük prevalansının sırasıyla, %33,94 ve %86-87 arasında olduğu bildirilmektedir (Gülhan ve ark., 1991; Eronat ve Koparal, 1997; Kulak-Özkan ve ark., 2001; Özer ve ark., 2003).

Günümüzde flor kullanımının artışıyla makroskobik olarak sağlam görünen okluzal yüzeylerde çürüğün gözden kaçma oranı da artmıştır. Bu duruma gizli çürük adı verilmekte ve erişkin nüfusun %10 ile %50'sinde görülebilmektedir (Roulet ve ark., 2001).

Başlangıç çürük lezyonlarının tanısı oldukça önemlidir, böylece henüz kavitasyon oluşmadan koruyucu tedaviler uygulanabilir. Çürük lezyonlarının erken

dönemde tedavisi kısa zaman alan, uygulanması kolay ve hasta tarafından kolay tolere edilebilen tedavi uygulamalarına imkân sağlar (Çelik ve ark., 2011).

Okluzal çürüklerin tespiti geleneksel olarak görsel inceleme ve radyografik metotlarla gerçekleştirilmektedir ancak bu yöntemler düşük duyarlılık ve güvenilirlik gibi bazı eksiklikler göstermişlerdir (Bader ve ark., 2002). Bu kısıtlamalar nedeniyle, diş hekimlerinin çürük lezyonlarını daha doğru tespit edebilmesi için yeni teknolojiler önerilmiştir (Rodrigues ve ark., 2008).

Bu çalışmanın amacı; süt ve daimi dişlerde okluzal çürük lezyonların tespitinde görsel değerlendirme, radyografik değerlendirme, lazer floresans cihazı (DIAGNOdent Pen), yakın kızılötesi ışık transillüminasyon cihazı (DIAGNOcam) ve alternatif akım empedans spektroskopisi cihazının (CarieScan PRO) etkinliklerini histolojik değerlendirme sonuçlarına göre değerlendirmek ve farklı tecrübeye sahip iki araştırmacının ölçümleriyle cihazların araştırmacılar arası güvenilirliklerini belirlemektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Minenin Yapısı

Mine dokusu diş kordonunu tamamen kaplayarak dentin ve pulpa dokularını korur (Elliott, 1997). Mine dokusu ektodermden köken alır ve ameloblast hücreleri tarafından oluşturulan organik matriksin mineralize olması sonucu oluşur (Gwinnett, 1992; Ten Cate ve ark., 2003).

Minenin temel yapısını hidroksiapatit kristalleri (HAP) $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ meydana getirir ve minenin hacim olarak %88-90'ını, ağırlık olarak ise, %95-96'sını oluşturur (Berkovitz ve ark., 2002). Hacim bakımından minenin %87,1'ini inorganik materyal, %11,5'ini su ve %1,4'ünü organik materyal; ağırlık bakımından ise, minenin %95'ini inorganik materyal, %1'ini organik materyal ve %4'ünü su oluşturmaktadır (Gwinnett, 1992; Simmer ve Hu, 2001; Heymann ve ark., 2014). Minenin organik içeriğinin yaklaşık %58'ini proteinler, %40'ını yağlar ve karbonhidratlar, kalan %2'lik kısmını ise, su oluşturmaktadır (Hellwig ve Lussi, 2001). Karbonat, çinko, klor, flor, alüminyum, stronsiyum ve magnezyum gibi elementler de eser miktarda moleküllerin yapısına katılabilmektedir (Simmelink ve Piesco, 1994).

Kristallerin arasında ve minenin dış kısmına açılan mikropor yapılarının içerisinde su bulunur. Düşük molekül ağırlıklı maddeler ve çeşitli sıvılar yarı geçirgen özellik gösteren mineden difüzyon yoluyla geçebilir. Bu nedenle minede, demineralizasyon, remineralizasyon, çürük oluşumu ve flor alımı gerçekleşebilmektedir (Summitt ve ark., 2001).

Süt dişlerinin mine dokusu, daimi dişlerin mine dokusuna göre anatomik, morfolojik ve histolojik olarak bazı farklılıklara sahiptir. Süt dişi minesinin organik içeriği daimi diş minesine göre daha fazladır. Süt dişlerinde minenin %93'ü inorganik maddeden, %4'ü organik maddeden ve %3'ü ise sudan meydana gelmektedir (Gülhan, 1977). Mine kristalleri süt dişlerinde daimi dişlere kıyasla daha incedir (Kerebel ve ark., 1979). Süt dişlerinde mine prizmaları daimi dişlere göre daha dik bir açılanma göstermektedir ve aprizmatik mine tabakasının kalınlığı süt dişlerinde daha geniştir (30-100 μ m) (Hosoya ve Goto, 1992). Aprizmatik mine tabakası süt dişlerinde tüm kordonu kaplarken, daimi dişlerde sıklıkla pit, fissür ve servikal bölgelerde

bulunmaktadır (Gwinnett, 1967). Kuron oluşumu daimi dişlerde 3-4 yılda tamamlanırken, süt dişlerinde 6-14ayda tamamlanmaktadır. Bu nedenle süt dişlerinin mine kalınlığı, daimi diş mine dokusunun yaklaşık yarısı kadardır (Mortimer, 1970).

2.2.Dentinin Yapısı

Dentin üretiminden sorumlu hücreler odontoblastlardır ve bu hücreler dentinin pulpaya bakan yüzeyini oluştururlar. Odontoblastlar embriyogenezis sırasında ektomezenşimal hücrelerden köken alırlar ve ekstrasellüler matriks salgırlar. Ayrıca odontoblast uzantıları dentin kanallarına kadar uzanır. Dentin yapımı ilk olarak predentin adı verilen kalsifiye olmamış matriks senteziyle başlar, daha sonra mineralizasyonuyla devam eder (Swift ve ark., 1995; Sasaki ve Garant, 1996; Marshall ve ark., 1997). Dentinin kimyasal yapısının %70'ini inorganik materyal, %18'ini organik materyal ve %12'sini de su oluşturur. İnorganik yapı hidroksiapatit kristallerinden oluşurken, organik yapı ise büyük oranda tip 1 kollajen fibrillerden oluşmaktadır (Zavala-Alonso ve ark., 2011). Dentin dokusu genellikle açık sarı renktedir. Çok sert ve kırılğan olan mine dokusunun aksine daha elastiktir ve bir kuvvete maruz kaldığında şekil değiştirebilir. Kemiğe çok benzemekle birlikte daha sert bir yapıya sahiptir. Mineden daha az mineralize olduğu için mineye göre daha opak görünür (Marshall ve ark., 1997).

Süt dişi dentin dokusu prenatal ve postnatal dentin olmak üzere iki tabakadan oluşur. Prenatal dentin yoğun ve homojen bir yapıya sahipken, postnatal dentin daha az yoğun ve daha poröz yapıdadır. Kole bölgelerinde dentin kanalcıklarının doğrultusu süt ve daimi dişlerde farklılık göstermektedir. Bu bölgedeki dentin kanalcıkları süt dişlerinde düz doğrultuda iken, daimi dişlerde daha kıvrımlıdır. Ayrıca süt dişlerinin dentin kalınlığı, daimi diş dentin kalınlıklarının yaklaşık olarak yarısı kadardır. Süt dişlerinin dentin tübülleri daimi dişlere kıyasla daha geniştir ve mineral miktarları ve dağılımları da değişiklik göstermektedir. Süt dişlerinde peritübüler dentin kalınlığı daimi dişlere göre daha fazladır. Ayrıca, süt dişi dentini daimi dişe göre daha fazla bölgesel değişkenlik gösterir (Sumikawa ve ark., 1999; Agostini ve ark., 2001; Asakawa ve ark., 2001).

2.3. Süt Dişleri

Süt dişlenmesi bebek yaklaşık olarak 6 aylıkken ağızda ilk süt dişinin sürmesiyle başlamakta, 2,5-3 yaş arası süt dişlerinin tümünün ağızda görülmesiyle tamamlanmaktadır ("Guideline on management of the developing dentition and occlusion in pediatric dentistry," 2008).

Kesme ve öğütme fonksiyonları ile sindirim sisteminin ilk basamağını oluşturan dişler, çiğneme ve beslenmeyi sağlayarak büyüme ve gelişime yardımcı olmaktadır. Süt dişlerinin travma, çürük, ektojik erupsiyon veya diğer sebeplere bağlı erken kayıpları sonucunda istenmeyen süt ve daimi diş hareketleri ile ark boyunda da kayıplara sebep olabilmektedir. Ark boyunda meydana gelen kayıp ciddi ortodontik bozuklukların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Lin ve ark., 2011). Süt dişlerinin ağızda bulunduğu dönem, çocuklarda fonasyonun da geliştiği bir süreçtir. Ayrıca süt ön dişlerin erken dönem eksikliği, çocuklarda konuşma bozuklukları ve ciddi bir estetik kaygı oluşturabilmekte, beraberinde birçok psikolojik soruna yol açabilmektedir. Birçok önemli fonksiyonu bulunan süt dişlerinin erken kaybedilmemesi için çürük süt dişlerinin restorasyonu büyük önem taşımaktadır (Usha ve ark., 2007; Casamassimo ve ark., 2013; Dean, 2015).

2.4. Diş Çürükleri

Diş çürükleri, diyetle alınan karbonhidratların bakteriyel fermantasyonu sonucu oluşan asidik ürünlerin diş sert dokularını lokalize olarak yıkması ile meydana gelen bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Yıkım, diş sert dokularında mikroskobik seviyelerden makroskobik seviyelere kadar değişen oranda oluşabilmektedir (Miller, 1890; 1891; Keyes, 1960; Selwitz ve ark., 2007). Diş çürükleri estetik olmayan görünüme ve fonksiyon kaybına neden olabilen diş dokularının yıkımını içeren bulaşıcı, birçok insanda yavaş ilerleme gösteren kronik bir hastalıktır (Newbrun, 1989; Cengiz, 1990).

Hidroksiapatit kristalleri termodinamik olarak nötral ve hafif asidik pH'da daha stabil durumdadırlar. Alınan fermente karbonhidratların plak bakterileri tarafından metabolize edilmesi sonucu oluşan asitler pH'ı düşürür ve karbonik hidroksiapatit minerallerini çözer. Bu durum demineralizasyon olarak adlandırılır (Zero, 1999).

Düşük pH'da çevredeki sıvılarda (plak sıvısı gibi) doymuş veya aşırı doymuş koşulların sağlanabilmesi için daha fazla kalsiyum ve fosfata gerek duyulur. Tükürük, belli koşullarda kalsiyum ve fosfat için bir kaynak olabilir. Ancak pH 5.5'a düşerse mineraller için az doymuş hale gelir ve çözünme başlar (Larsen, 1990; ten Cate ve van Loveren, 1999).

Ca, PO₄ ve F'nin diş içerisine difüze olması ile henüz kavitasyon oluşmamış lezyon içerisindeki kristallerin yeniden tamir olması sonucunda demineralizasyon süreci geri dönebilir. Bu duruma remineralizasyon adı verilir. Bu demineralizasyon remineralizasyon döngüsü sürekli gerçekleşir. Eğer demineralizasyon süreci baskın hale geçerse çürük ilerler. Eğer koruyucu faktörler baskın hale geçerse çürük ilerlemez veya geri döner. Diş çürüğü oluşumunda temel olarak kritik pH, demineralizasyon ve remineralizasyon süreçleri etkilidir (Featherstone, 2000).

Çürük oluşumunda rol alan ana etkenler konak, mikroorganizmalar, diyet ve zamandır. Bu faktörlerden herhangi biri bulunmadığı zaman diş çürüğü oluşmayacaktır (Newbrun, 1989). Çürük için geliştirilen modern yaklaşımlara göre ise sosyal, davranışsal ve psikolojik faktörler de en az biyolojik faktörler kadar önem taşımaktadır (Watt, 2002).

Dişlerin morfolojisi, pozisyonu, yapısı, okluzyonu ve sürdükten sonra geçen zaman gibi konak faktörleri diş çürüğü oluşumunu etkileyen faktörlerdendir (Zero ve ark., 2009). Diş dizisindeki çapraşıklıklar, ortodontik apareyler ve diş dokusu ile uyumlu olmayan restorasyonlar plak birikimini ve çürük oluşumunu artırmaktadır. Minenin çözünürlüğü, hidroksiapatit kristallerinin tipi, kristallerin birbirine yakınlığı ve boyutu gibi faktörler de çürüğe karşı direnci belirleyen faktörlerdir (Zero, 1999).

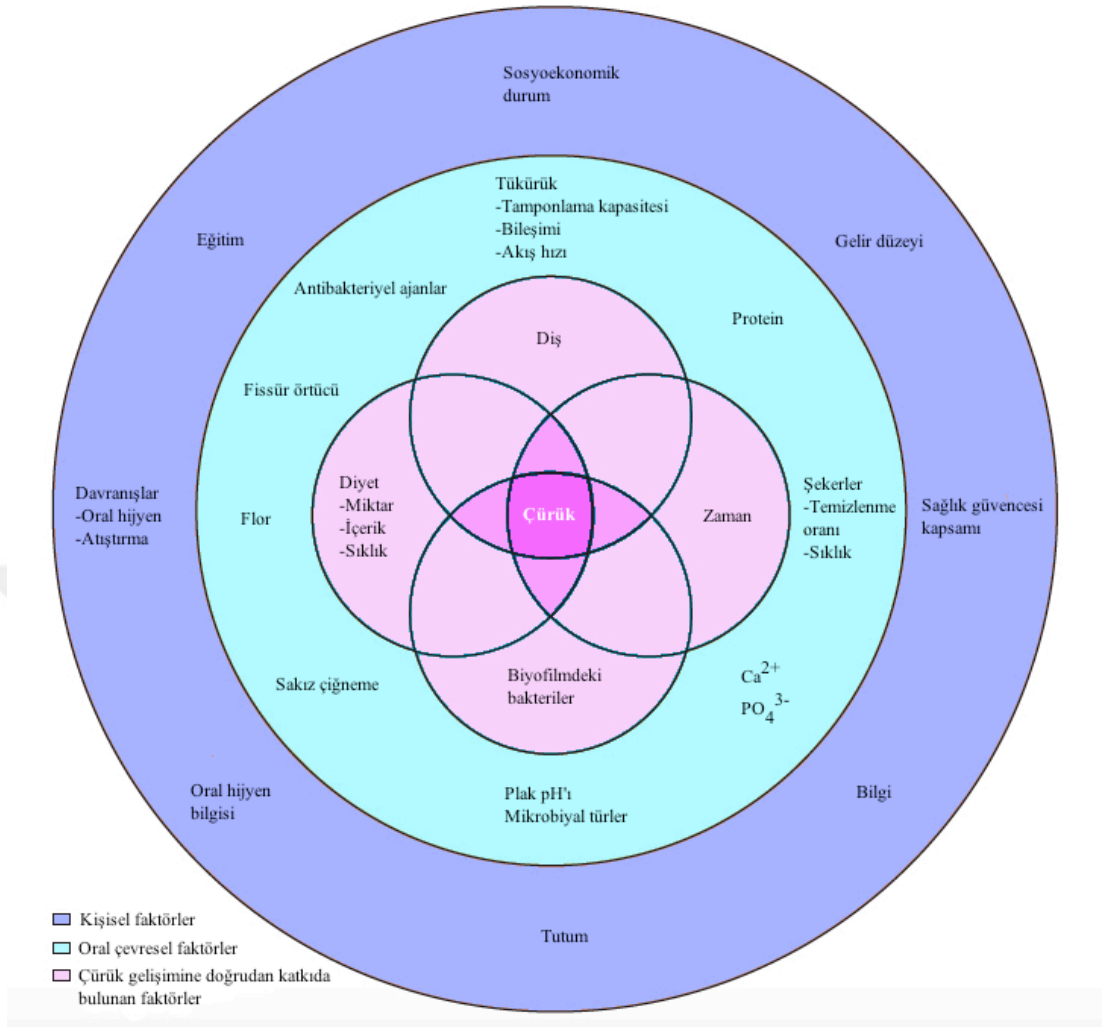
Tükürük, çürük sürecini etkileyen konağa bağlı önemli bir faktördür. Tükürüğün, diş sert dokularını ve oral mukozayı korumak, besinleri ıslatarak çiğnemeyi kolaylaştırmak, yutma, konuşma ve sindirime yardımcı olmak gibi birçok görevi vardır ("Saliva: its role in health and disease. Working Group 10 of the Commission on Oral Health, Research and Epidemiology (CORE)," 1992; Edgar, 1992). Koruyucu fonksiyonlarından bazıları ise, mukozal ıslaklığın ve bütünlüğün korunması, antibakteriyel, antiviral aktivitesi, oral kavitenin temizliği, kuvvetli asit ve bazların tamponlanması ve dişlerin remineralizasyonudur (Parvinen ve Larmas, 1981;

"Saliva: its role in health and disease. Working Group 10 of the Commission on Oral Health, Research and Epidemiology (CORE)," 1992). Çürük önleyici etkisi; tükürüğün pH'sına, akış hızına, antimikrobiyal özelliğine, tamponlama kapasitesine ve immün sistem komponentlerine bağlıdır (Ben-Aryeh ve ark., 1990; Ashley ve ark., 1991; Dezan ve ark., 2002; de Farias ve Bezerra, 2003).

Plak, konak-parazit ilişkisini bozarak diş çürüğü oluşumuna ve periodontal hastalıkların başlamasına sebep olmaktadır (Marsh, 1999). Dental plak, oldukça yoğun, çeşitli bakteri topluluğundan ve tükürük ürünlerinden oluşan bir biyofilm tabakasıdır. Yumuşak, yarı saydam ve yapışkan bir yapıya sahip olan dental plak asidojenik ve asidürik bakteriler içermektedir. Bu bakterilerden çürüğün gelişiminde ve ilerlemesinde en etkili olan streptokokus mutans, laktobasil gibi bazı bakteriler hem asidojenik hem de asidürik özellik göstermektedirler. Bu bakteriler fermente edilebilen karbonhidratları organik asitlere çevirebilir, intrasellüler ve ekstrasellüler polisakkarit üretebilir ve elverişsiz koşullarda bile karbonhidrat metabolizmasına devam edebilirler. Plakta yüksek konsantrasyonda streptokok mutans ve laktobasil bulunması durumunda, pH düşüşü ile birlikte diş mineral dokularında çözünmeye dolayısıyla minede demineralizasyona ve hızlı bir mineral kaybına sebep olur. Minedeki mineral kaybı önlenemezse çürük lezyonu ilerler ve sonunda kavite oluşur (Hicks ve ark., 2003; Garcia-Godoy ve Hicks, 2008).

Çürük oluşumunda rol oynayan ana etkenlerin yanı sıra, bireylerin beslenme özellikleri, besin tüketim sıklığı, besin bileşenleri ve tüketim şekli diş çürüklerinin oluşumunda etkilidir (Riccelli ve Kelly, 2006). Besinin yapışkan özellik göstermesi, içeriğindeki koruyucu faktörlerin varlığı (kalsiyum fosfat, flor gibi) ve tüketilen karbonhidratın tipi gibi faktörler de diş çürükleri ile ilişkilidir (Newbrun, 1989; Zero, 1999; Fejerskov ve Kidd, 2003).

Ayrıca, çürük riski; karyojenik bakteri miktarının fazlalığı, tükürük akışının ve flor kullanımının yetersizliği, kötü oral hijyen, bebeklerin yanlış beslenme yöntemleri ve sosyo-ekonomik seviyenin düşük olması gibi fiziksel, biyolojik, çevresel, davranışsal faktörleri de içerir (Şekil 2.1.) (Selwitz ve ark., 2007).



Şekil 2.1. Çürük gelişimini etkileyen faktörler (Selwitz ve ark., 2007)

2.5. Çürüğün Sınıflandırılması

Geleneksel olarak çürük; diş tipine (süt veya daimi; kesici veya azı), etkilenen sert dokulara (mine, dentin veya sement), etkilenen anatomik bölgeye (pit ve fissür, düz yüzey veya kök yüzeyi), çürük lezyonunun birincil veya ikincil çürük lezyonu oluşuna, çürüğün oluşum nedenine ve zamanına (radyasyon çürüğü veya erken çocukluk çağı çürüğü) göre sınıflandırılabilir (Zero, 1999).

2.5.1. Etkilenen Sert Dokuya Göre

2.5.1.1. Mine Çürükleri

Çürükle ilgili ilk gözlenebilir bulgular beyaz nokta lezyonları şeklinde başlar. Başlangıç mine çürüğü olarak da adlandırılan bu beyaz nokta lezyonlar (white-spot lesion) sadece dişin yüzeyi kurutulduğu zaman ortaya çıkan tebeşirimsi beyaz opak alanlardır (Axelsson, 2000; Kidd, 2005).

Beyaz nokta lezyonları klinikte, özellikle mikrobiyal birikintilere yatkınlığın fazla olduğu bölgelerde daha çok gözlenmektedir. Bu lezyonların bir kısmı diş ipi kullanımının artması veya komşu dişin çekilmesi gibi nedenlerden dolayı çevresel koşulların değişmesiyle inaktif bir hal alır. İnaktif lezyonların renkleri zamanla genellikle değişmektedir (Thylstrup ve Fejerskov, 1994).

Başlangıç mine lezyonları histolojik olarak incelendiğinde tepesi mine-dentin birleşimine doğru olacak şekilde konik olarak görülür. Histolojik incelemede, başlangıç seviyesindeki mine lezyonunun aslında makroskobik olarak henüz bozulmamış bir yüzeyden ve altındaki demineralizasyon bölgesinden oluştuğu gözlenmektedir (Wefel ve Harless, 1984; Kidd ve ark., 1996). Mine yüzeyi bu aşamada mineral bakımından zengindir; ancak, bu tabakanın altında mineral içeriği düşmüştür (Robinson ve ark., 2000).

Opak mine lezyonlarının mikroskobik incelenmesinde birbirinden değişik görünümde olan 4 tabakadan oluştuğu belirlenmiştir (Robinson ve ark., 2000). En dış tabakadan içe doğru şu şekilde sıralanmaktadır.

Yüzeyel tabaka

Plağın hemen altında olan, en üstteki bu zon en az demineralize olan alandır. Mineral kaybı %8'dir. Genişliği 20-100 µm arasında değişen bu tabaka hipermineralize yapıdadır ve çürükten nispeten daha az etkilenmiştir. Bu durum remineralizasyon sürecine bağlıdır (Newbrun, 1989).

Lezyon gövdesi

Başlangıç mine lezyonlarının en geniş tabakasıdır. Lezyon gövdesinde, retzius çizgileri ve prizmadaki enine çizgiler belirgin bir şekilde izlenebilir (Newbrun, 1989).

Mineral kaybının en çok görüldüğü tabakadır. Yaklaşık olarak %25-50 oranında mineral kaybı gözlenir (Featherstone, 2008).

Karanlık tabaka

Süt dişlerindeki mine lezyonlarının % 85'inde, daimi dişlerin ise %95'inde gösterilmiştir (Mjör ve Hörsted-Bindslev, 1988). Polarize ışığı geçirmediği için karanlık tabaka olarak adlandırılmaktadır. Karanlık tabaka, lezyonun farklı demineralizasyon ve remineralizasyon safhalarından geçtiğini göstermektedir (Thylstrup ve Fejerskov, 1994; Robinson ve ark., 2000). Karanlık tabakanın ince olması çürüğün hızlı ilerlediğinin, kalın olması yavaş ilerlediğinin belirtisidir.

Transludent (Saydam) Tabaka

Lezyonun dentin dokusuna ilerleyen en derin kısmında yer alan, yaklaşık olarak % 1-2 oranında mineral kaybının gözlemlendiği alandır (Roberson ve ark., 2006). Bu tabaka, bütün mine çürüklerinde görülmez. İlerleyen mine çürüğünde ilk belirti saydam tabakanın oluşumudur. Mine çürük lezyonlarında saydam tabakaya daimi dişlerde %50 oranında rastlanılırken, süt dişlerinde ise %25 oranında rastlanılmaktadır. Porlar sağlıklı mineye göre daha geniş ve daha porözür. Retzius çizgileri ve prizmaların enine çizgileri tümüyle yok olmuş ya da çok azalmıştır (Mjör ve Hörsted-Bindslev, 1988; Roberson ve ark., 2006).

2.5.1.2. Dentin Çürükleri

Minede var olan aktif ya da durağan kaviteyonsuz çürük lezyonları zamanla dentin dokusuna doğru ilerleyebilir. Başlangıç aşamasında etkin olan mutans streptokokların yerine dentin çürüğünde laktobasiller önemli rol oynamaktadır. Çürüğün başlangıç aşamasında üretilen asitler dentine ulaşır. Dentinin mineye göre daha fazla organik içeriğe sahip olması ve dentin tübüllerinin oluşturduğu geniş alan nedeniyle mikroorganizmaların ve onların ürünlerinin hızlı ilerleyebilmesine neden olur. Bu aşamada çürük de geniş bir alana yayılma eğilimindedir. Böylece ucu pulpaya doğru bakan konik şekilli bir lezyon oluşur. Dentinde çürüğün sürekli bir yıkım şeklinden çok akut bir evrenin ardından dinlenme periyotları ile devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu evreler aktif ve durağan lezyonlar olarak tanımlanmaktadır (Mjör, 2009). Dentine ilerlemiş çürük radyografik olarak kolaylıkla teşhis edilebilir

ancak, gizli okluzal çürük ve aproksimal çürük varlığında tanı koymak zorlaşır (Roulet ve ark., 2001; Cawson ve Odell, 2008).

Dentindeki çürük histolojik olarak beş farklı tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar yavaş ilerleyen lezyonlarda daha iyi ayırt edilebilirken, hızlı ilerleyen lezyonlarda tabakaların ayrımını yapmak zorlaşabilmektedir (Roberson ve ark., 2006). Bu tabakalar dıştan içe doğru şu şekilde sıralanmaktadır.

Enfekte dentin

Dentin çürüğünün en dış tabakasını oluşturmaktadır ve bu tabakadaki kollajen yapı ve mineraller tümüyle harap olmuştur. Patojen mikroorganizmalar tarafından tamamen istila edilmiştir. Restorasyon öncesi tamamen kaldırılmalıdır (Zheng ve ark., 2003).

Bulanık (turbid) dentin

Mikroorganizma invazyonunun bulunduğu tabakadır. Mineral içeriği oldukça az olan bu tabakada kollajen yapı bozulmuş ve denatüre olmuştur. Bu sebeple, bu tabakadaki dentin remineralize olamaz duruma gelmiştir. Bu yüzden restorasyon öncesi mutlaka kaldırılması gerekmektedir (Zheng ve ark., 2003).

Transparant (saydam) dentin

İntertübüler dentinde mineral kaybı vardır ve normal dentinden daha yumuşak bir yapıya sahiptir. Bu tabakada bakteri bulunmadığı tespit edilmiştir. Ancak, mikroorganizmaların organik asitleri dentinin mineral ve organik yapılarına etki etmektedir. Buna rağmen, bu tabakanın tamir kapasitesi vardır ve pulpanın canlılığının devam etmesini sağlar (Zheng ve ark., 2003).

Subtransparant dentin

İntertübüler dentinde demineralizasyonun oluşmaya başladığı tabakadır. Odontoblast uzantıları zarar görmüştür; ancak, bu tabakada mikroorganizma bulunmaz (Zheng ve ark., 2003).

Normal dentin

Düzgün odontoblast uzantılı kanallara sahip en derindeki normal dentindir. İntertübüler dentin normal yoğunlukta apatit kristallerine ve çapraz bağlı kollajenlere sahiptir. Bu tabakada mikroorganizma bulunmamaktadır (Zheng ve ark., 2003).

2.5.2. Etkilenen Anatomik Bölgeye Göre

2.5.2.1. Okluzal Diş Çürükleri

Okluzal yüzeylerdeki pit ve fissürlerin morfolojisi diştten dişe ve bireyden bireye değişiklik gösterebilmektedir (Newbrun, 1989; Sardana ve ark., 2011). Dişlerin okluzal yüzeylerindeki pit ve fissürlerin şekil, boyut, derinlik gibi morfolojik özelliklerinin çürüğe karşı direnç veya yatkınlıklarını belirleyen en önemli faktör olduğu bildirilmektedir (Boudreau ve Jerge, 1976; Newbrun, 1989). Okluzal yüzeylerin çürüğe yatkınlığı, tüberkül eğimlerinin dikliği yani okluzal fissürlerin derinliği ile doğrudan ilişkilidir ve fissürlerin tipi ve çürük lezyonunun ilerleme hızı arasında ilişki bulunduğu bildirilmiştir (König, 1963).

Okluzal yüzeydeki fissürler morfolojik yapılarına göre aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır (Newbrun, 1989);

1.V tipi: %34 (tepede geniş, tabana doğru gittikçe dar formda)

2.U tipi: %14 (tepede ve tabanda yaklaşık aynı genişlikte)

3.I tipi: %19 (dar bir yarık şeklinde)

4.I-K tipi: %26 (kum saati şeklinde)

5.Diğer tipler %7

Derin ve dar açılı fissürlerde gıda ve bakteri birikiminin daha fazla olması, bu bölgelerin tükürüğün temizleyici etkisinden yeterince yararlanamaması ve diş fırçası kıllarının bu bölgelere ulaşamaması çürüğe yatkınlığı artırmaktadır (Juric, 2013). Lezyonun dış kısmının çürük boyutundan küçük olması da teşhisi zorlaştırır (Lee ve ark., 2010; Umemori ve ark., 2010). Derin ve dar fissürler zamanla aşınır ve daha sığ bir yapıya dönüşür. Bu durum ilerleyen yaşlarda pit ve fissür çürüğü sıklığının azalmasına neden olmaktadır (Kotsanos ve Darling, 1991).

Dişlerin okluzal yüzeylerinde mine tabakasının kalınlığı fissür tipine göre değişmektedir. Sığ ve geniş fissürlerin tabanında mine kalınlığı 1,5–2 mm civarında iken derin ve dar fissürlerde 0,2 mm veya daha az olabilmektedir. Mine kalınlığının ince olması sebebiyle derin fissürlerde başlayan çürükler hızla dentine ulaşabilmektedir (Newbrun, 1989).

Okluzal çürüklerin oluşumunu etkileyen bir diğer faktör ise, dişlerin sürmesi ile fonksiyonel olarak kullanıma geçmesi arasındaki süredir. Azı dişlerinde sürme dönemleri uzundur ve 12 ile 18 ay arasında değişmektedir. Bu uzun sürme periyodu okluzal yüz çürüklerinin bu dişlerde daha sıklıkla görülmesinin temel nedenlerinden biridir. Küçük azı dişleri ise göreceli olarak hızlı sürme eğilimindedir. Bu nedenle küçük azı dişlerde okluzal çürükler, azı dişlerine oranla daha az görülür (Axelsson, 2000).

Sürme döneminde olan dişlerin üzerindeki plak miktarının, sürmüş ve okluzyona ulaşmış olan dişlere oranla daha fazla olduğu, fissür içerisindeki karyojenik bakterilerin sayılarının ise çok yüksek düzeylere ulaştığı bildirilmektedir (Ekstrand ve ark., 1993; Fennis-Ie ve ark., 1998; Brailsford ve ark., 2005). Bu nedenle okluzal yüzeylerin çürümesi açısından en riskli dönem daimi dişlerin sürme dönemleri olarak kabul edilmektedir (Ekstrand ve ark., 1994). Bununla beraber, dişlerin sürmesini takip eden ilk yıllarda mine maturasyonuna devam etmekte bu nedenle mine çürüğe karşı daha az dirençli olmaktadır. Ancak, remineralizasyon mekanizması ile beraber mine olgunlaşmaya devam eder. Özellikle, bu olgunlaşma süreci gerçekleşene kadar fissür alanları çürümeye daha yatkındır (Fejerskov, 2004).

Gizli çürükler daha çok pit ve fissürlerde oluşmaktadır ve dentinin derinliklerine kadar ilerleyebildikleri için geri dönüşümsüz pulpa hastalıklarına neden olmaktadır (Weerheijm ve ark., 1997).

Ayrıca, dişlerdeki doku anomalileri nedeniyle oluşan düzensiz morfolojik yapılar da plak birikimini ve çürük riskini artırır. Gelişimsel diş dokusu anomalileri mine ve dentin dokusunun miktarının azalmasına ve/veya zayıf bir mineralizasyona neden olarak pit ve fissürlerin çürüğe yatkınlığını artırmaktadır (Tinanoff ve ark., 2002; Seow, 2014).

2.5.2.2. Düz Yüzey Çürükleri (Arayüz Çürükleri)

Düz mine yüzeyleri plak tutulumu için elverişsiz alanlardır. Bu bölgelerde plak genellikle dişeti yakınında ve ara yüz temas noktalarının altında oluşur. Kontak bölgesinde plak birikimi daha kolay olduğu için arayüzeyler, çürüğe daha yatkın bölgelerdir (Anderson, 2000).

2.5.2.3. Kök Yüzeyi Çürükleri

Kök çürükleri, dişeti çekilmesiyle birlikte dentin ve sementte görülen lezyonlardır. Bu lezyonlar klinik olarak çevre dokulara göre daha yumuşaktır ve sıklıkla radyografiye gerek olmadan teşhis edilebilir (Baseggio ve ark., 2010). Son yıllarda, diş kaybı az olan yaşlı birey sayısının artması ile kök çürüğünün görülme oranının da arttığı bildirilmektedir (Roberson ve ark., 2006).

2.6. Çürük Teşhis Yöntemleri

İdeal çürük teşhis yöntemi, çürük gelişimini başlangıç aşamasından kavite oluşumuna kadar tespit edebilmelidir. İdeal yöntem, tüm diş yüzeylerinin yanı sıra restorasyon kenarındaki çürükler için de uygulaması kolay, kullanışlı, hassas ve doğru olmalıdır (Zandona ve Zero, 2006). Aynı zamanda lezyonun aktivitesini değerlendirebilmesi de önemlidir (Nyvad ve Fejerskov, 1997).

Okluzal yüzeylerdeki dentin çürüğünün doğru tanısı ara yüzeylerden daha zordur. Okluzal çürüklerin teşhisi oldukça subjektiftir ve okluzal yüzeylerdeki başlangıç çürüklerinin uygun teşhis ve tedavi planlamasında klinisyenler arasında önemli derecede görüş farklılıkları bulunmaktadır (Bader ve Brown, 1993; McComb ve Tam, 2001).

Geleneksel olarak çürük teşhisi, radyografi desteğiyle, sond kullanılarak veya kullanılmadan, görsel muayeneye dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Tipik olarak hastanın çürük durumu radyografi, sondlama, renk ve translusentlik gibi subjektif işaretlerle değerlendirilir. Bu işaretlere dayalı olarak çürük var ya da yok olarak karar verilir (Zandona ve Zero, 2006). Subjektif veriler nedeniyle genellikle fazla sayıda lezyon gözden kaçabilmektedir. Çoğunlukla kavite oluşmuş lezyonlar fark

edilebilmektedir, ancak kavitasyon meydana geldiğinde ise çürük lezyonu mineye veya mine ve dentine ulaşmış olur (Pitts ve Stamm, 2004).

Erken ve doğru bir şekilde konulmuş teşhis ile dişin tedavi gereksinimi koruyucu, girişimsel olmayan veya minimal girişimsel olarak belirlenebilmektedir (Fejerskov ve Kidd, 2003).

Son yıllarda teknolojik gelişmeyle birlikte çürük teşhis aletlerinin sayısı da artmış ve artmaya devam etmektedir. Çürük teşhisi için kullanılan yöntemler şu şekilde sıralanabilir (Korkut ve ark., 2011).

1) Geleneksel Yöntemler: Görsel-dokunsal muayene, büyütme ile görsel muayene ve geleneksel radyografiler

2) Günümüz Dijital Teknolojisini içeren Yöntemler: Dijital radyografiler, ECM, DIFOTI, QLF, Lazer Floresans, Yakın-Kızılötesi Işık Transillüminasyon,

3) Geliştirilmekte olan Teknolojileri Kullanan Yöntemler: Alternatif akım empedans spektroskopisi, ultrasonik sistem,

2.6.1. Geleneksel Yöntemler

2.6.1.1. Görsel ve Sondla (Dokunsal) Muayene Yöntemi

Diş hekimliği pratiğinde radyografilerle birlikte en sık kullanılan çürük tanı yöntemidir (McComb ve Tam, 2001). Bu yöntemde reflektör ışığı, ayna ve sond kullanılmaktadır (Kuhnisch ve ark., 2007d).

Çürük teşhisi için dişler temizlenmeli ve kurutulmalıdır. İyi bir aydınlatma altında gözlem gerçekleştirilmelidir. Diş üzerinde plak veya diş taşı mevcutsa teşhis öncesi bu eklentiler uzaklaştırılmalıdır. Fissür yüzeyleri temizlenmemiş olduğunda fissürdeki beyaz nokta lezyonları kolayca gözden kaçabilmektedir (Kidd, 2005).

Dişlerin temizlenmesini takiben, kurutulmuş olan diş yüzeylerine tükürük gelmemesi için dişler pamuk rulolar yardımıyla izole edilmelidir. Hava-su spreyi kullanılarak iyi bir kurutma gerçekleştirilmelidir. Beyaz nokta lezyonları, diş kurutulduğunda daha belirgindir ve tükürük küçük kaviteletin gizlenmesine yol açabilir (Kidd, 2005).

Görsel dokusal muayene yöntemi ile düz yüzeylerdeki kavite oluşturmamış ve kavite oluşturmuş mine çürükleri, bukkal ve lingual yüzeydeki dentin çürükleri, ön grup dişlerin arayüzlerindeki dentin çürükleri, kavite oluşturmuş sekonder çürükler, aktif veya inaktif kök çürükleri saptanabilirken arka grup dişlerin arayüz ve okluzal lezyonları gözden kaçabilmektedir (Axelsson, 2000).

Başlangıç çürük lezyonlarının teşhisinde sond kullanımı ile ilgili önemli tartışmalar bulunmaktadır. Keskin uçlu sond kullanımı başlangıç aşamasındaki çürük lezyonlarını örten sağlam mine dokusuna zarar verebilmektedir (van Dorp ve ark., 1988; Lussi, 1991; Ekstrand ve ark., 1997). Remineralize olabilecek, kavitasyon oluşmamış çürük lezyonlarına sond ile dokunularak, bu dokuların geri dönüşü olmayacak şekilde travmatize edilebileceği bildirilmiştir. Tamamen iyileşme gösterebilen beyaz nokta lezyonlarının, keskin uçlu sond kullanımıyla oluşan travma nedeniyle asit ataklarına karşı daha duyarlı hale gelebileceği ve bakterilerin yayılımına sebep olarak lezyonun ilerlemesine yol açılabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle beyaz nokta lezyonlarının bulunduğu alanlarda yüzey pürüzlülüğünün kontrolünde oldukça dikkatli davranılmalıdır (Ekstrand ve ark., 1987; Roberson ve ark., 2006). Gerekli olduğunda diş yüzeyinden plak ve debris uzaklaştırmak ve lezyonun yüzey pürüzlülüğünü kontrol etmek için küt uçlu periodontal sondlar kullanılabilir (van Dorp ve ark., 1988; Axelsson, 2000).

Görsel dokusal muayenenin ekonomik, kolay uygulanabilir olması, özel ekipmana ihtiyaç duyulmaması ve non-invaziv bir yöntem olması nedeniyle çürük tespitinde çok sıklıkla kullanılmasına rağmen tek başına yeterli bir yöntem olmadığı bildirilmiştir (Fejerskov ve Kidd, 2003). Özellikle, okluzal yüzeylerdeki lezyonların derinliğinin tespitinde, görsel muayeneye birlikte bitewing radyografiler gibi, diğer çürük teşhis yöntemlerinin de kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Lussi, 1993; Wenzel, 2004; Lussi ve ark., 2006).

Görsel dokusal muayenede standardizasyonun sağlanabilmesi için çeşitli sınıflandırmalar geliştirilmiştir. Çürük tespitinde daha önceden kullanılan sistemlerin iyi özellikleri birleştirilerek Ekstrand ve arkadaşları tarafından 1997 yılında International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) (Uluslararası Çürük Belirleme ve Değerlendirme Sistemi) adı verilen sistem geliştirilmiştir (Ekstrand ve

ark., 1997). 2005 yılında ise sistemin çürük değerlendirmedeki eksiklikleri belirlenmiş ve bu eksiklikler giderilerek ICDAS II oluşturulmuştur (Ekstrand ve ark., 2007).

Sistem ikili koddan oluşmaktadır. İlk kod; restorasyon veya fissür örtücünün varlığını veya yokluğunu belirtir. İkinci kod ise, koronal çürük varlığıyla ilişkilidir ve en yüksek kod en geniş lezyonu bildirmektedir (Ismail ve ark., 2007).

2.6.1.2. Büyütme ile Görsel Muayene Yöntemi

Modern diş hekimliğinde, birçok operatif prosedür için büyütme kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Ayrıntıların daha iyi fark edilmesini sağlamak amacıyla ilk olarak gözlük şeklinde büyütücüler daha sonraları ise dental operasyon mikroskopları ve intraoral kameralar kullanılmıştır. Sond kullanımının kontrendike olduğu pit ve fissürlerde görsel inceleme yönteminin işlevselliğinin artırılması için bu cihazlar görsel değerlendirmeye yardımcı olarak kullanılabilir, ancak bazı durumlarda lezyonlar daha büyük olarak algılanabilir (Kuhnisch ve ark., 2007c; Ari ve Ari, 2013; Sisodia ve Manjunath, 2014; Tassery ve Manton, 2016).

2.6.1.3. Geleneksel Radyografik Muayene

X ışınları 1895 yılında Wilhelm Conrad Roentgen tarafından keşfedilmiş ve daha sonrasında diş dokularında çürüğün saptanması amacıyla ve görsel dokusal muayenenin duyarlılığını artırmak için kullanılmaya başlanmıştır (Weerheijm ve ark., 1992; Newbrun, 1993; Hintze ve Wenzel, 1994).

Radyografik görüntüleme teknikleri, ekstraoral ve intraoral olarak iki başlıkta incelenebilir. Ekstraoral tekniklerde film hastanın ağzının dışında konumlandırılmaktadır. Intraoral teknikler ise ağız içi ve ağız ile ilişkili yapıların özellikle dişler ve alveoler kemiğin diagnostik bilgisini elde etmek için kullanılan, periapikal, bite-wing (ısırtma) ve okluzal olarak 3 farklı yöntem ile elde edilen standart görüntüleme teknikleridir (Rasmus ve Williamson, 1996).

Periapikal radyografiler, açıortay ve paralel teknik olarak iki farklı yöntem ile elde edilebilir. Paralel teknikte açıortay tekniğe göre daha az görüntü distorsiyonu gözlemlendiği için, araştırmacılar tarafından daha fazla tercih edilmektedir (Wuehrmann ve Manson-Hing, 1973).

Paralel teknikte, standardizasyon sağlanması için film tutucular kullanılarak film dişlerin uzun aksına paralel yerleştirebilir. Film tutucular, intraoral filmin ağız içine yerleştirilmesinde ve sabit tutulmasında kullanılmaktadır (Iannucci ve Howerton, 2006).

Çürüğün radyografik olarak görüntülenmesinde bite-wing radyografi en sık kullanılan ve en doğru yöntemdir. Başlarda arayüz çürüklerin tespitinde kullanılan bite-wing radyografları daha sonra okluzal çürüklerin değerlendirilmesinde de kullanılmıştır (Lussi, 1996; Kuhnisch ve ark., 2007d). Bite-wing radyograflarının arayüz çürüklerinin teşhisinde iyi bir performans gösterdiği, ancak okluzal yüzeylerdeki mine çürüklerinde yeterli olmadığı bildirilmiştir (Poorterman ve ark., 2000; Fracaro ve ark., 2001).

Bukkal ve lingual mine dokularının süperpoze olmasından dolayı, mine-dentin sınırını geçmemiş okluzal çürük lezyonunun radyograflar ile tespit edilmesinin zor olduğu bildirilmiştir (Kidd ve ark., 1993).

Geleneksel radyografi, diş hekimliğinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan temel yardımcı araçtır. Geleneksel radyografide görüntü kalitesi; kullanılan filmin tipine, ışınlama süresine, densitesine ve banyo işlemi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Röntgen filmleri yavaştan hızlıya göre A-B-C-D-E-F olarak adlandırılır. F hızındaki filmlerin ışınlanma süreleri diğer filmlere göre daha azdır bu da hastanın daha az radyasyona maruz kalmasını sağlar (Ludlow ve ark., 2001).

Geleneksel periapikal radyografinin; filmin çekilmesi ve görüntü oluşması arasında uzun süre geçmesi, banyo işleminin filmin kalitesini etkilemesi, radyasyon dozunun daha fazla olması ve elde edilen filmlerin arşivlenmesinin zor olması gibi birtakım dezavantajları vardır. Bu yüzden, radyasyon dozunun azaltılabilmesi ve dijital olarak saklanabilen hasta kayıtları oluşturulabilmesi amacıyla dijital radyografi cihazları piyasaya sürülmüştür (Brettle ve ark., 1996; Scarfe ve ark., 1996).

2.6.2. Günümüz Dijital Teknolojisini İçeren Yöntemler

2.6.2.1. Dijital Radyografik Muayene

Diş hekimliğinde kullanılan ilk dijital görüntüleme sistemi radyovisiyografi (RVG)'dir ve 1980'lerde Francis Mouyen tarafından icat edilmiştir (RVG, Trophy Radiologie, Croissy Beaubourg, France) (Mouyen ve ark., 1989).

Dijital radyografi yöntemi geleneksel radyografi sistemlerinden farklı olarak, film banyo solüsyonları gerektirmez. Bunun yerine, anında görüntüyü oluşturan bir sensör ve bilgisayarlı görüntüleme sistemi kullanılır (Barbat, 2001). Bununla beraber, sistemin pahalı olması, kablolu sistemlerde ağız içi sensörlerin geleneksel filmlere göre daha kalın olması, bilgisayar kullanımına yönelik bilgi gerektirmesi, yazıcılardan ekran görüntüsüne eşdeğer kalitede çıktı alınamaması, elektronik ortamda saklanan görüntülerin güvenliğinin sağlanmasında güçlüklerin olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Versteeg ve ark., 1997; Iannucci ve Howerton, 2006).

Kablolu dijital sistemlerde ağız içine yerleştirilerek görüntüyü yakalayan, kabloyla bilgisayara bağlı bir sensör bulunmaktadır. Ancak, bu sistemlerde ağız içi sensörlerin dental filmlere göre daha kalın ve sert olmaları gibi problemler mevcuttur. Bu nedenle bu sensörlerin çocuk hastalarda kullanımı zordur (Whaites, 2002; van der Stelt, 2005; Iannucci ve Howerton, 2006; Korner ve ark., 2007).

Kablosuz kullanılan fosfor plak sisteminde ise, sensör olarak, ışıkla stimüle olan fosfor lüminesens plaklar kullanılmaktadır (Fouad ve ark., 1993). Fosfor plakların geleneksel film ile benzer boyut ve esnekliğe sahip olması, kablolu sensörlere göre ince olması kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Ancak kablolu sensörlere göre görüntü tarama için ek bir süre gerekir ve reseptör kısa sürede hasar görebilir (Parks, 2008).

2.6.2.2. Elektronik Çürük Ölçüm Yöntemi (ECM)

Çürük teşhisinde elektrik akımının kullanılması fikri ilk olarak 1878 yılında Magitot tarafından dile getirilmiştir. Pincus 1951'de herhangi bir pit veya fissür çürüğünün elektriksel iletimdeki artıştan dolayı tespit edilebileceğini iddia ederek ECM'den (elektronik caries meter) bahsetmiştir. Çürük ve sağlıklı diş dokularındaki elektriksel iletkenlik farklılığı esasına dayanır. Sağlam mine yüzeyleri çok sınırlı

iletkenliğe sahiptir veya hiç iletkenliğe sahip değildir. Çürük ve demineralize mine yüzeyleri ise daha fazla su içerdiği için ölçülebilir iletkenliğe sahiptir. Ayrıca demineralizasyonun artması ile iletkenlik de artış gösterir. Sağlam dentin ise mineden farklı olarak oldukça iyi iletkenliğe sahiptir. Bunun sebebi ise çok sayıda dentin tübülü içermesidir (Angmar-Mansson ve ark., 1998).

1970 yıllarında çürük ve sağlam minenin elektriksel iletkenlik farkını esas alan iki alet geliştirilmiş ve test edilmiştir. Bunlar; Vanguard Elektronik Caries Detektör (Massachusetts Manufacturing Corp.Cambridge, Mass., USA) ile Caries Meter L'dir (G-C International Corp., Leuven, Belgium) (Stookey ve ark., 1999). Her iki cihaz da elektriksel iletkenliği, fissüre yerleştirilen bir uç ve yüksek iletkenlik için diş eti veya deri gibi bir bölgeye bağlanmış bir konnektörle ölçmektedir.

Ölçülen iletkenlik, daha sonra bir skalaya göre Vanguard sisteminde 0'dan 9'a kadar rakamlarla, Caries meter L'de ise dört farklı renkli ışıkla değerlendirilir (yeşil=çürük yok, sarı=mine çürüğü, turuncu=dentin çürüğü, kırmızı=pulpaya ulaşmış çürük). Yüzey iletkenliğini önlemek için diş tükürük ve nemden çok iyi bir şekilde izole edilmelidir (Rock ve Kidd, 1988; Huysmans, Longbottom, Hintze, ve ark., 1998; Stookey ve ark., 1999). Vanguard Elektronik Caries Detektör ve Caries Meter L üretimi günümüzde devam etmemektedir (Huysmans ve ark., 1998b).

Bu aletlerden sonra ECM günümüzde geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Son olarak üretilen ECM IV modeli (Lode Diagnostics, Netherland) çürük açısından dişlerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Longbottom ve Huysmans, 2004). Özellikle makroskobik olarak sağlam görünümlü yüzeylerdeki okluzal çürüklerin belirlenmesinde kullanışlı bir cihazdır.

ECM yöntemi ile elde edilen sonuçlar, dişin ısısı ve ağız içi sıcaklığı, mine ve dentin dokusunun kalınlığı, diş temas eden probun yüzey alanı, minenin nem durumu, diş dokularındaki iyon konsantrasyonları ve dişin porözitesi gibi fiziksel faktörlerden etkilenmektedir (Pretty, 2006). Ayrıca, non-invaziv bir yöntem olarak görünse de dokulara elektrik akımı verilmesi yöntemin sorgulanmasına sebep olabilmektedir.

2.6.2.3. Fiber Optik Transillüminasyon Yöntemi (FOTI)

FOTI yöntemi arayüz çürüklerinin teşhisi için 1970 yılında Friedman ve Marcus tarafından tasarlanmıştır (Friedman ve Marcus, 1970). FOTI sistemi, çürük minenin sağlam mineye oranla ışık geçirgenliği indeksinin düşmesi ve buna bağlı olarak ışığı daha güçlü yansıtması prensibine dayanarak geliştirilmiştir. Çürük diş dokusuna FOTI uygulandığında, çürük bölge dentin tübüllerinin doğrultusunda siyah bir bölge olarak görünür (Angmar-Mansson ve ten Bosch, 1993). Bu cihazda, cihaza ait ışık kaynağından gelen yüksek yoğunluklu görünür ışık, fiber optik uç ile dişin bukkal veya lingual bölgelerinden uygulanır. Çürük lezyonları okluzal açıdan incelenerek mine ve dentindeki demineralizasyona bağlı olarak görülen renk tonundaki farklılıklar ile saptanır (Neuhaus ve Lussi, 2016). Özellikle, arayüz lezyonlarının teşhisinde FOTI yönteminin başarılı olduğu bildirilmiştir (Ando ve ark., 1997).

FOTI tekniği ile okluzal ve arayüz çürükleri teşhis edilebilir, bununla beraber bu teknik erken dönemdeki mine ve dentin çürük lezyonlarının tespiti için uygun değildir (B. Angmar-Mansson ve ten Bosch, 1993). FOTI ucuz ve hızlı uygulanabilen bir yöntemdir, ancak yöntemin mine lezyonlarının ve ikincil çürüklerin saptanmasında yetersiz kaldığı bildirilmiştir (Fejerskov ve Kidd, 2003).

Dijitalize fiber optik transillüminasyon yöntemi (DIFOTI) ise, FOTI ile CCD (Charged-Coupled device) kameranın birleştirilmesiyle sonradan geliştirilmiş bir tekniktir. Arayüz, okluzal ve düz yüzey çürüklerinin teşhisinde radyografik değerlendirmeden daha yüksek duyarlılık gösterdiği bildirilmiştir (Schneiderman ve ark., 1997). Aynı zamanda dişteki kırık, çatlak ve sekonder çürüklerin teşhisinde de kullanılabilir (Amaechi, 2009). Bu yöntem ile alınan görüntüler CCD kamera tarafından algılanır ve bilgisayar ekranına aktararak kaydedilir. Kaydedilen görüntüler ile aynı dişin farklı zamanlarda alınan görüntüleri arasında kıyaslama yapılabilir. Çürük lezyonunun teşhis edilmesinde FOTI'ye benzer olarak kullanıcı tarafından yorumlanarak subjektif veriler elde edilir (Zandona ve Zero, 2006).

2.6.2.4. Kantitatif Işık Etkili Floresans Yöntemi

Floresans, bir objenin belli bir dalga boyundaki ışıkla uyarılması ve objenin daha geniş dalga boyundaki bir ışığı yansıtması olarak tanımlanabilir (Angmar-Mansson ve ten Bosch, 1993). İnsan diş sert dokularının otofloresans özellik sergilemesi ilk kez 1928 yılında Benedict tarafından belirtilmiştir. Benedict çalışmalarında sağlam ve çürük minenin floresans özelliklerinin farklı olduğunu bildirmiştir (Stokey ve ark., 1999).

QLF (quantitative light fluorescence) yöntemi, düz yüzey çürük lezyonunun floresans görüntüsünü sağlar. Bu görüntü lezyonun büyüklüğü ve mineral kaybının miktarı hakkında bilgi verir. Bu duruma göre, yöntem ancak görsel açıdan erişilebilir olan mine lezyonlarının kantitatif değerlendirilmesi için uygundur (Angmar-Mansson ve ten Bosch, 2001).

QLF yönteminde kullanılan cihaz, bir ışık kaynağı, diştten yansıyan ışınları toplayan bir CCD kamera, bir bilgisayar ve bilgisayara kurulu özel bir yazılım sistemi içerir (Dennison ve Hamilton, 2005). QLF’de ışık kaynağı olarak 50 watt gücünde xenon bir arc-lamba ve lambanın önüne mavi ışık oluşturabilmek için mavi bir filtre (λ : 290-450, ortalama 380 nm) konulmuştur. Dişler mavi ışığa maruz bırakıldığında diş yüzeyinden saçılan floresans ışığı, cihazın el parçasında bulunan CCD kameralı modifiye bir ayna ile toplanır. Mine otofloresansının tespit edilebilmesi için yüksek geçirgen özellikli sarı filtre ($\lambda \geq 520$ nm), görüntü alınması sırasında dalga boyu 520 nm’den düşük olan ışıkların sisteme ulaşmasını filtreler. Görüntülerin toplanması ve analizi QLF yazılımı bulunan bir bilgisayar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Sistem floresans kaybını yüzde olarak verir ve %5’ten fazla floresans kaybı lezyonun varlığını tanımlar (de Josselin de Jong ve ark., 1995; Angmar-Mansson ve ten Bosch, 2001; Karlsson, 2010).

Bazı çalışmalarda, ışık kaynağı olarak argon lazer (488 nm) kullanılmıştır (al-Khateeb ve ark., 1997). 488 nm’lik lazer ışığı kullanıldıktan sonra dişte meydana gelen floresans ölçülür. Mine demineralizasyon derecesi ile floresanstaki azalma arasında kuvvetli bir bağlantı olduğu bildirilmiştir. QLF, düz yüzeylerdeki başlangıç düzeyindeki mine lezyonlarının uzun süreli takibi için en uygun yöntemdir. Yapılan araştırmaların çoğunda, ortodontik tedavi süresince ve braketlerin kaldırılmasından

sonra gözlenen beyaz nokta lezyonlarının görüntülenmesinde kullanılmıştır (Tam ve McComb, 2001).

QLF'nin okluzal yüzeydeki pit ve fissür çürüklerini tespit edebilme performansı hakkında daha az çalışma mevcuttur. Okluzal mine çürüklerinin incelendiği in vitro çalışmalarda, QLF'nin tek başına görsel ve radyografik muayeneden daha iyi duyarlılığa sahip olduğu ancak, seçiciliğinin daha düşük olduğu bildirilmiştir. QLF fissür morfolojisinden, fissürdeki lekelerden ve fissürün ıslak ya da kuru olmasından etkilenebilir. Polisaj yapılarak plağın kaldırılması önerilmektedir (Tam ve McComb, 2001). QLF sadece mine demineralizasyonunu ayırt edebilir, çürük, hipoplazi veya anatomik özellikler arasındaki farkı ayırt edemez. Mine ile sınırlı ve dentine uzanan çürüklerin ayırt edilmesinde kullanılmak üzere tasarlanmamıştır ve bu yöntemin dentin demineralizasyonunu ölçmek için kullanımı uygun değildir (Tam ve McComb, 2001).

2002 yılında, yeni bir çürük temizleme sistemi olarak fluorescence-aided caries excavation (FACE) yöntemi tanımlanmıştır. Bu sistem, klinik olarak enfekte ve etkilenmiş dentin dokularını ayırt edebilmek için kullanılmıştır. DIAGNOdent ve Er: YAG lazerden farklı olarak, uyarıcı ışık olarak kırmızı lazer yerine fiber optik mor ışık (370-420 nm) kullanmaktadır. Işık kaynağı, yavaş hızlı bir el aletine entegredir. Hekimin kullandığı gözlük ile 530 nm'lik sarı cam filtreden dıştan yansıyan floresans alanlarını görmesine izin verilir. Böylece, sadece kırmızı-turuncu floresans yayan çürük dentin dokusu kaldırılabilir (Lennon, 2003; Lennon ve ark., 2009).

2.6.2.5. Lazer Floresans Yöntemi (DIAGNOdent)

Sağlam mine, yapısında düşük oranda su ve organik matriks bulduran ileri derecede mineralize bir dokudur ve floresans özelliği çok zayıftır. Sağlam ve çürük diş dokusu arasında görülen floresans farklılığı, mineral kaybı ile ilişkilendirilmiştir. Bu prensibe dayalı ilk lazer floresans yöntemi 1982 yılında Bjelkhagen tarafından geliştirilmiştir. Sağlam ve çürük diş minesini 488nm'lik mavi-yeşil argon lazer ışığına maruz bırakılmış ve bu yöntemle sağlam ve çürük minenin kolaylıkla ayırt edilebileceği bildirilmiştir (Bjelkhagen ve ark., 1982).

Değişik ışık dalga boyu arayışı sonuçlarında Hibst ve Gall (1998), 638 ve 655 nm'lik uyarılma için çürük diş dokularının floresans yoğunluğunun sağlam diş dokularına oranla daha yüksek olabileceğini belirtmişlerdir. Bu gelişmeler ışığında DIAGNOdent (Kavo, Biberach, Germany) cihazı çürük lezyonlarının teşhis edilebilmesi için 1998 yılında tanıtılmıştır (Lussi ve ark., 1999).

DIAGNOdent cihazında dişler organik ve inorganik kısımlar tarafından absorbe edilebilen 655nm'lik lazer ışığıyla aydınlatılırlar. Çürük lezyonunun gelişmesiyle bağlantılı olarak dişin yapısındaki değişiklikler floresans ışığın yansımada artışa neden olur. Sayısal değerlerden demineralizasyonun derecesi ölçülebilir. Buna bağlı olarak tekrarlanan ölçümlerle zaman içerisindeki farklılıklar kaydedilebilir (Lussi ve ark., 1999).

Kırmızı diod lazer ışını, özel olarak tasarlanmış bir uç yardımı ile okluzal yüzeye uygulanır ve floresans sinyalleri filtre edilerek cihazın dedektörü ile toplanır. Toplanan değer 0 ila 99 arasında değişen sayısal bir değerdir ve cihazın göstergesinde izlenir. Sayısal değer artış gösterdikçe çürük olasılığı da artmaktadır (Lussi ve ark., 1999). Sonuçlar sayısal veriler olarak elde edildiği için objektif bir yöntemdir ve tamamen güvenilirdir. DIAGNOdent lazer ışığı demineralize bölgelere uygulandığında oluşan floresans özelliği değerlendirilmektedir (Lussi ve ark., 1999). Floresans değişikliklerinden çürüğe neden olan bakteriler ve onların metabolitleri de sorumlu tutulmaktadır. Çürük lezyonlarında rastlanılan “porfirin” ve “metalloporfirin” metabolitleri floresans özellik gösterebilmektedirler (Lussi ve ark., 2004).

DIAGNOdent'te 655 nm dalga boyunda ve 1W gücünde lazer diod ışık ve 680nm'lik filtreler kullanıldığında, ışık penetrasyonu 2 mm derinliğe kadar ulaşmaktadır. DIAGNOdent sisteminde ikitip fiber optik uç bulunmaktadır. Konik şekilli olan A ucu okluzal yüzeyler için, düz olan B ucu ise arayüzeyler için üretilmiştir. Uçların kalibrasyonu seramik disk ile yapılır. Uçun boyutları nedeniyle arayüzeylerdeki kullanımı sınırlıdır (Lussi ve ark., 2004).

X ışını kullanılmaması, teşhisin zor olduğu fissür bölgelerinde erken çürük tespitine imkân vermesi, girişimsel olmaması ve tekrarlanabilir olması sistemin avantajlarıdır (Lussi ve ark., 2004). Ancak, sistemin pahalı olması, pulpası açığa çıkmış ileri dentin çürüklü dişlerde ayırıcı tanı yapamaması, restorasyonlu ve

restorasyona komşu dişlerde ve sekonder çürük teşhisinde başarısız olması, plak veya diş taşı varlığında, hipomineralizasyon durumunda yanlış sinyal verebilmesi cihazın olumsuz yönleri arasında bulunmaktadır (Lussi ve ark., 1999; Shi ve ark., 2000; Lussi ve ark., 2001).

DIAGNOdent cihazının bazı özellikleri geliştirilerek aynı çalışma prensibine sahip olan DIAGNOdent Pen (KaVo, Biberach, Germany) cihazı piyasa sürülmüştür. 2. versiyonda 1. versiyondan farklı olarak iki adet safir uç bulunmaktadır. Konik uç arayüz bölgelerinde, silindirik şeklindeki düz uç ise okluzal bölgelerde kullanılır. DIAGNOdent'e göre avantajları; kullanımının pratik olması, hafif ve esnek olması ve uçların kendi ekseninde döndürülebilmesidir. Bu yeniliklerin, özellikle arayüz çürüklerinin teşhisinde aletin kullanımını kolaylaştırdığı ve diş yüzeylerinin daha etkili bir şekilde aydınlatılabilmesini sağladığı bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda DIAGNOdent'le karşılaştırıldığında her iki yöntem arasında benzer sonuçlar olduğu bildirilmiştir (Aljehani ve ark., 2007; Kuhnisch ve ark., 2007b; Huth ve ark., 2008; De Benedetto ve ark., 2011).

2.6.2.6. Yakın-Kızılötesi Işık Transillüminasyon Yöntemi

X ışını içermeyen, yakın-kızılötesi ışık transillüminasyon (NILT) yöntemi arka grup dişlerdeki çürükleri tespit etmek için kullanılan foto-optik bir yöntemdir ve ilk olarak 1995 yılında tanımlanmıştır (Fried ve ark., 1995). Bu yöntem, DIFOTI yönteminin geliştirilmiş halidir (Young, 2002; Young ve Featherstone, 2005). DIFOTI görünür ışık kullanırken, NILT (Near-infrared laser light transillumination) yöntemi uzun dalga boyunda ışık kullanmaktadır. Yüksek dalga boyunda ışık kullanmanın başlıca avantajı saçılmanın azalmasıdır, böylece yakın-kızılötesi ışık daha derin bir şekilde nüfuz edebilir (Hall ve Girkin, 2004). Bu yöntemde, yakın-kızılötesi ışık sert mine dokusu içinden kolaylıkla aktarılır ve çürük lezyonu ile çürük lezyonunu çevreleyen sağlam sert doku arasında iyi bir kontrast elde edilebilir (Jones ve ark., 2003). Ayrıca, 830 nm ışık kullanımı daha uzun dalga boylarıyla karşılaştırıldığında görülebilir aralıkta daha iyi bir görüntü kontrastı sunar (Jones ve ark., 2004). NILT'nin DIFOTI'den diğer bir önemli farkı, ışık direkt olarak arayüz bölgesi yerine alveoler kemiğe iletilir (Staninec ve ark., 2010; Chung ve ark., 2011). Bu değişikliklerle okluzal açıdan bakıldığında arayüz bölgesinin görüntü kalitesi oldukça iyileştirilmiştir. Bu

etki, arayüz alanının görüntülenmesi için iyonize radyasyon kullanılmaması sebebi ile dikkat çekmektedir. Bu teknolojik değişikliklerin sonucu olarak 2012 yılının sonlarına doğru NILT kamerası (DIAGNOcam, KaVo, Biberach, Germany) piyasaya çıkmıştır. Bu kamera yukarıda bahsedilen foto-optik esaslar doğrultusunda tasarlanmıştır ve 780 nm dalga boyunda ışık kullanmaktadır. Bu sistem sayesinde, arayüz bölgesinin mine ve dentin çürüklerinin farklı aşamalarını yakalayabilmek mümkün görünmektedir (Kuhnisch ve ark., 2016).

DIAGNOcam sistemi içerisinde; yakın-kızılötesi ışık kaynağı, bilgisayarla bağlantı için USB kablosu ve özel olarak geliştirilmiş bilgisayar yazılımı bulunmaktadır. Optik fiberli elastik kollar ışığı dişeti ve alveoler kemikten diş köküne ve buradan da dişin okluzaline doğru iletmektedir. Çürük lezyonu varlığında ışık saçılmakta ve sonuç olarak azalmaktadır. CCD sensör klinik verileri yakalar ve görüntü daima okluzal yüzeyden görünecek şekilde oluşturulur (Sochtig ve ark., 2014).

DIAGNOcam yönteminin avantajlarının yanı sıra bazı sınırlamaları da bulunmaktadır. Periodontal dokuların değerlendirilebilmesine olanak vermez ve özellikle amalgam dolgular olmak üzere dolguların altındaki çürük oluşumunu teşhis edebilmek zordur (Wojcik-Checinska ve ark., 2015).

2.6.3. Geliştirilmekte olan Teknolojileri Kullanan Yöntemler

2.6.3.1. Alternatif Akım Empedans Spektroskopisi Yöntemi

Farklı yüzeyler farklı frekanslardaki direnç testlerine değişik cevaplar verdiği için, yeni elektriksel çürük teşhis cihazları (elektriksel empedans spektroskopisi) birden çok frekans kullanmaktadır (Chalas ve ark., 2013). Alternatif akım empedans spektroskopisi yöntemi ECM yönteminden farklı olarak sabit bir frekans yerine farklı frekansları kullanarak veri elde etmektedir. Elektriksel akım empedans spektroskopisinin sabit frekanslı ölçümlere göre başlıca avantajı dişlerin farklı bileşenlerinin iletken özelliklerini ve anatomik farklılıklarla ilişkili çeşitli parametreleri daha doğru belirleyebilmektedir (Longbottom ve Huysmans, 2004).

Dundee ve St Andrews Üniversitesi'nde geliştirilen CarieScan PRO™ (Dundee, Scotland) cihazı bu teknolojilerin yeni örneklerinden biridir. Alternatif akım empedans

spektroskopisi tekniğini kullanan bu cihaz diğer yöntemlerden daha erken olarak çürüğü belirleyebilmektedir. Bu cihaz çürüklerin erken tespit edilebilmesine ve gizli çürüklerin izlenebilmesine olanak vermektedir. Sensörün ucu tel kılıardan oluşmaktadır ve otomatik kalibrasyon için yerleşik bir sistem bulunmaktadır. Devrenin tamamlanabilmesi için dudak kancası yerleştirilmelidir. Dudak kancası yerleştirildikten sonra, dış 5 s süre ile hava spreyi kullanılarak kurutulmalıdır. Bu işlemi takiben çürüğü tespit edebilmek amacıyla sensör ucu pit ve fissür bölgesine yerleştirilmelidir (Çağas ve ark., 2013).

Uygulama sonrasında cihaz üzerindeki LCD ekranda 0 ve 100 arasında değişen bir sayısal değer ve LED ışık kodlu renk piramidi üzerinde çürük derinliğine bağlı olarak değişen renk değişimi elde edilmektedir. 0 değerinde yeşil renk, 1-50 arası yeşil/sarı renk değişimi, 51-90 arası sarı/turuncu renk değişimi, 91-99 arası turuncu/kırmızı renk değişimi, 100 değerinde ise kırmızı renk gözlenmektedir (Çağas ve ark., 2013).

İn vitro empedans ölçümleri; elektrotun büyüklüğü, elektrotla temasta olan yüzeyin genişliği, sıcaklık değişimleri, saklama solüsyonu konsantrasyonunun değişimi, mine ve dentin gibi diş yapılarının kalınlığı ve düzensizlikleri, mineral dağılımları, erüpsiyon sonrası mineralizasyonu, ağız içinde bulunma süresi, diş ve dentin yaşı ve renklenmeler gibi birçok dış faktörden etkilenmektedir (Çağas ve ark., 2013).

2.6.3.2. Ultrasonik Görüntüleme Yöntemi

Ses dalgaları gaz, sıvı ve katılardan geçebilen longitudinal veya basınç dalgalarıdır. Bu dalgalar aynı zamanda gaz, sıvı ve katılar arasındaki sınırlardan da geçebilmektedir. Ses dalgalarının da diğer dalgalar gibi yansıma, saçılma, kırılma ve absorbe edilme özellikleri bulunmaktadır. Ultrasonik görüntüleme sistemi de sesin gaz, sıvı ve katı ortamlarını belirli hızlarla ve oranlarla geçebilmesi özelliğinden yola çıkılarak geliştirilmiştir. Yetişkin bir insan kulağı genellikle 20 Hz ile neredeyse 16,000 Hz aralığındaki ses dalgalarını ayırt edebilmektedir, ultrasonda kullanılan ses dalgalarının frekansı ise daha yüksektir (Hall ve Girkin, 2004).

Tıp için ultrasonik görüntüleme çok değerli bir teşhis aracıdır. Diş sert dokularının ultrasonik görüntülenmesi ve mine demineralizasyonlarının ultrasonik olarak tespit edilebilmesi üzerinde ayrıca çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle diş mine tabakası gibi kuronda bulunan sert dokuların ultrasonik özellikleri, farklı dişler ve bireyler arasında oldukça benzerdir. Demineralize lezyonları belirlemek için longitudinal ultrasonik dalgaların kullanımı, sağlam ve demineralize mine dokusu arasında ses iletimindeki önemli farka dayanmaktadır. Ancak bu lezyonların tespiti ultrasonik uç ile demineralize minenin doğrudan bir temasına bağlıdır ve bu şekilde bir temas arayüzeylerde sağlanamamaktadır. Bununla birlikte, longitudinal dalgaların yankı profilleri karmaşıktır ve sadece pahalı ve karmaşık sistemlerin yardımıyla analiz edilebilmektedir (Matalon ve ark., 2007).

Ultrasonik görüntüleme yönteminin temeli, prob tarafından yüksek frekanslı dalgaların (1-20 MHz) oluşturulması, görüntülenecek materyale veya dokuya uygulanması, yansıyan dalgaların prob tarafından emilerek elektriksel impulslara dönüştürülmesi ve eko olarak saptanmasıdır (Ng ve ark., 1988; Caliskan Yanikoglu ve ark., 2000). Gerekli olan penetrasyon derinliği ve oluşabilecek zayıflama miktarı göz önüne alınarak ultrasonun frekans seçimi yapılır (Ng ve ark., 1988). Her dokunun farklı bir iç eko düzeyi bulunmaktadır. Dokuda patolojik durumlar meydana geldiğinde kaydedilen eko değerleri de değişiklik göstermektedir (Ng ve ark., 1988; Caliskan Yanikoglu ve ark., 2000).

Kavitasyon oluşturmamış mine çürüklerinin tanısında, iki farklı ortamda ses dalgalarının kat etme zamanı farklı olduğu için sağlam ve demineralize mine dokuları ultrasonik görüntüleme yöntemiyle kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Dokuda bulunan defektin daha kolay bir şekilde saptanabilmesi için ultrasonik dalgalar yüzeye dik şekilde uygulanmalıdır (Ng ve ark., 1988; Caliskan Yanikoglu ve ark., 2000).

Başlangıç çürüklerinin teşhisinde ultrasonik sistemlerin sonuçlarının başarılı bulunduğu, kolay ve güvenilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Ancak klinik olarak rutin kullanımı ve sonuçlarının yorumlanabilmesi için daha fazla in vivo ve in vitro çalışmaya ihtiyaç vardır (Caliskan Yanikoglu ve ark., 2000; Hall ve Girkin, 2004).

2.7. Çürük Teşhis Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

Bir tanı yönteminin doğruluğunu değerlendirirken, hastalığın gerçek durumunu ifade etmek için bir doğrulama yöntemi gereklidir. Doğrulama yöntemi üç kriteri yerine getirmelidir:

1- Gerçek tanı, kendi içinde hassas bir yöntemle oluşturulmalıdır.

2- Gerçek tanı, hastalığın pato-anatomik görünümünü yansıtmalıdır.

3- Gerçek tanı, değerlendirme için kullanılan tanı yönteminden bağımsız olarak oluşturulmalıdır (Wenzel ve Hintze, 1999).

Doğrulama yöntemi, bir testin ölçmek istediği şeyi gerçekte ölçüp ölçmediğini yansıtır. Bu nedenle, doğrulama yönteminin veya "altın standardın" teşhis yönteminden daha güvenilir ve tekrarlanabilir olması gerekir (Wenzel ve Hintze, 1999). Bununla birlikte, bazı durumlarda bu kriterlerin tümünü yerine getirmek zordur. Herhangi bir teşhis yöntemi değerlendirmesinin sonucu kullanılan doğrulama yöntemine bağlıdır (Beck ve Shultz, 1986). Ten Bosch ve Angmar-Mansson (1991) transvers mikroradyografi, polarize ışık mikroskobu ve kesitsel mikro sertlik ölçümlerini içeren çürük tespiti için yaygın olarak kabul edilen doğrulama yöntemlerini tanımlamıştır.

Çürüklerin operatif olarak doğrulanması, in vivo çalışmalar için tanımlanmıştır ancak etik olarak bu yöntemler, sağlam olarak düşünülen dişlerin muayenesini engellemektedir (Verdonschot ve ark., 1992).

Çürük sürecinin bir sonucu olarak ortaya çıkan mineral kaybının değerlendirilmesi için doğrulama yöntemi olarak X-ray mikrotomografinin (Micro-CT) kullanımının uygun olabileceği öne sürülmüştür (Huysmans ve Longbottom, 2004). Bununla birlikte, örneklerden elde edilen kesitlerin in vitro ve ex vivo koşullar altında histolojik olarak mikroskopik incelenmesi en doğru değerlendirmelerden biri olarak kabul edilmektedir (Rock ve Kidd, 1988; Downer, 1989; Huysmans ve Longbottom, 2004).

Bir tanı testinin güvenilirliğini değerlendirmek için, test sonuçları ile doğrulama yönteminden (altın standart) elde edilen sonuçların karşılaştırılması gerekir. Bu amaçla duyarlılık ve seçicilik değerlerinin hesaplanması gerekir. Duyarlılık

(sensitivity), gerçekte hasta olanlar arasında testin altın standarda göre pozitif sonuç verme oranıdır. Seçicilik (specificity), gerçekte hasta olmayanlar arasında testin altın standarda göre negatif sonuç verme oranıdır. Bu durum dental açıdan bakıldığında güvenilirlik; çürük diş dokusu mevcut olan bölgeye çürük, sağlıklı diş dokusu bulunan bölgeye sağlıklı denilebilmesidir. Ayrıca bunların dışında testin “doğruluk oranı” da hesaplanabilir. Doğruluk (accuracy), testin altın standarda göre hasta (çürük diş) ve sağlam (sağlıklı diş) olarak toplam doğru tanı koyma oranıdır. Doğruluk oranı, duyarlılık ve seçicilik birleştirilerek elde edilir (Wenzel ve Verdonschot, 1994; Wenzel ve Hintze, 1999; Dirican, 2001).

Duyarlılık ve seçicilik değerlerini ayrı ayrı karşılaştırabilmek mümkündür ancak duyarlılık kesinlikle seçiciliğe bağlıdır. Bu nedenle, duyarlılığı ve seçiciliği aynı anda değerlendiren ROC analizinin diş hekimliğinde teşhis çalışmalarında kullanılması önerilmiştir (Wenzel ve Verdonschot, 1994).

ROC eğrisinin oluşturulacağı koordinat sisteminin ordinatında tanı testinin gerçek pozitif değeri (duyarlılık), apsisinde ise yanlış pozitif değeri (1-seçicilik) yer alır. Tanı testi ne kadar iyi ise eğri o kadar yukarıya ve sola doğru kayar. Tersine, ROC eğrisi $x=y$ fonksiyonuna yaklaştıkça başarısız bir test ortaya çıkar (Dirican, 2001).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, farklı çürük teşhis yöntemlerinin (görsel dokunsal, radyografik, alternatif akım empedans spektroskopisi yöntemi, lazer floresans yöntemi ve NILT yöntemi ile muayene) okluzal diş çürüklerinin teşhisindeki etkinliklerini *in vitro* koşullarda değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışma için, T.C. Ordu Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (03/06/2016 tarih karar no: 2016/69) etik kurul onayı alınmıştır. Gönüllü katılımcılara, Etik Kurul'un talebine uygun olarak yapılacak çalışmanın amacı, içeriği, yöntem ve sorumluluklarını belirten 'bilgilendirilmiş olur formu' okutulmuş ve imzalı onayları alınmıştır.

Araştırmadan elde edilen veriler, incelenen parametreler (çürük teşhisi) açısından ROC analizi ile değerlendirildiğinden, örneklem büyüklüğünü belirlemek amacı ile kriter olarak Akgül'ün (2015) yapmış olduğu çalışma doğrultusunda; DIAGNOdent Pen için $AUC_1 = 0,506$, CarieScan PRO için $AUC_2 = 0,591$, α (alfa) = 0,05 ve testin gücü %80 olarak dikkate alındığında PASS Programı (NCSS, Kaysville, UT, USA) ile yapılan güç analizi ve örneklem büyüklüğü testine göre (Power and Sample Size) her bir grup için örneklem büyüklüğü 110 olarak belirlenmiştir. Çalışmada olası problemleri engellemek için örneklem büyüklüğü 10 artırılarak 120 adet daimi ve 120 adet süt dişinin çalışmaya dâhil edilmesine karar verilmiştir.

Çalışmada kullanılacak dişler, T.C. Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'na başvuran hastaların fizyolojik kök rezorpsiyonlarından dolayı çekilmiş süt azı dişleri ve protetik, periodontal ve ortodontik nedenlerle çekilmiş daimi azı dişleridir.

Çürük teşhis değerlendirmeleri T.C. Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Stereomikroskop incelemeleri ise, T.C. Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Parazitoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

3.1. Çalışmada Kullanılacak Olan Dişlerin Dâhil Edilme Kriterleri

1. Fizyolojik düşme zamanı gelmesi nedeni ile çekilen süt azı dişleri
2. Kökleri 2/3 seviyesinde rezorbe olmuş olan veya alttaki daimi diş üzerinde kemik kriptasının mevcut olmadığı süt azı dişleri,
3. Süt I. veya II. azı dişi ve daimi küçük veya büyük azı dişleri,
4. Okluzal yüzeylerinde çürük şüphesi olan, fissürlerinde renklenme veya beyaz nokta lezyonu içeren dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

3.2. Çalışmada Kullanılacak Olan Dişlerin Dişlerin Hariç Tutulma Kriterleri

1. Kırık, çatlak bulunan dişler,
2. Önceden restoratif uygulamaya ve/veya fissür örtücü uygulamalarına maruz kalmış olan dişler,
3. Gelişimsel veya kazanılmış herhangi bir defekt (hipoplazi, florozis, tetrasiklin renklenmesi vb.) bulunan dişler,
4. Herhangi bir sistemik rahatsızlık, fiziksel engel veya mental retardasyon bulunan çocuklardan çekilen dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.3. Hekim Kalibrasyonu

Çalışmamızın değerlendirmeleri, 2 ayrı hekimin (N.K. ve K.S.) skora sonuçlarıdır. Hekimler görsel muayene ve radyografik değerlendirme, DIAGNOdent Pen, CarieScan PRO ve DIAGNOcam cihazlarının kullanımı ve değerlerinin yorumlanabilmesi bakımından çalışma öncesi eğitilmişlerdir. ICDAS II kriterlerinin skora kalibrasyonu için ICDAS kurumunun internet sitesinde (<https://www.icdas.org/courses/english/index.html>) bulunan 90 dakikalık elektronik öğrenme programı kullanılmıştır. Kalibrasyon, çalışmada kullanılmayan daha önceden çekilmiş dişler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.4. Dişlerin Toplanması ve Saklanması

Bu çalışmada kullanılacak olan dişler T.C. Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'na başvuran hastalardan bilgilendirilmiş onam formu alındıktan sonra fizyolojik kök rezorpsiyonlarını tamamlamaları nedeniyle çekim endikasyonu konulmuş olan 120 adet süt azı dişi ve periodontal, protetik ve ortodontik nedenlerden dolayı çekim endikasyonu bulunan 120 adet daimi küçük azı ve büyük azı dişlerinden oluşmuştur. Seçilen dişlerin üzerindeki yumuşak doku artıkları dental skaler kullanılarak ve okluzal yüzeydeki diş eklentiler ise, hiçbir pat kullanılmadan polisaj fırçası ile temizlenmiştir. Dişler üzerinde herhangi bir eklenti kalmaması için 10 s boyunca hava-su spreyi ile yıkanmıştır. Floresans özelliklerini önemli derecede değiştirmedeği için dişler kullanım zamanına kadar -20°C'de bekletilmiştir (Francescut ve ark., 2006). Çalışmaya başlamadan önce buzun çözülmesi için dişler oda sıcaklığında 3 saat bekletilmiştir. Ölçümler sırasında dişlerin kuru ortamda kalmamasına dikkat edilmiş ve bu amaçla dişler distile suda bekletilmişlerdir.

Temizlenen dişlere birer numara verilerek dişlerin okluzal yüzeylerinin fotoğrafı çekilmiş (Sony Alpha A200, Japan) ve incelenecek bölgeler işaretlenmiştir. Daha sonra dişler dikdörtgen şeklindeki bir kalıp içerisine yerleştirilerek elastomerik bir ölçü maddesine (Zetaplus Soft, Zhermack, Italy) gömülmüş ve dişlerin numaraları kaydedilmiştir.

3.5. Çürük Teşhis Yöntemlerinin Uygulanması

Çalışmamızdaki tüm değerlendirmeler, farklı klinik tecrübeye sahip iki ayrı araştırmacı tarafından (N.K. ve K.S.) birbirlerinden bağımsız olarak aynı koşullarda yapılmıştır.

İki farklı araştırmacı tarafından çalışmada kullanılan dişlerin; görsel dokusal, radyografik, alternatif akım empedans spektroskopisi yöntemi, lazer floresans yöntemi ve NILT yöntemi ile muayeneleri üretici firmaların talimatları doğrultusunda değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler tamamlandıktan sonra çalışmanın altın standardı olan histolojik değerlendirme yapılmıştır.

3.5.1. Görsel Dokunsal Muayene

Çürük şüphesinin bulunduğu okluzal yüzeyler, reflektör ışığı altında ve herhangi bir el aleti kullanılmadan standart koşullarda incelenmiştir. Tüm dişler distile sudan çıkarıldıktan sonra ilk olarak nemli iken daha sonra ise 5 s süre ile hava spreyi kullanılarak hafifçe kurutulduktan sonra incelenmiştir. Değerlendirilen dişler ICDAS-II kriterleri göz önüne alınarak skorlanmış ve bu skorlar kaydedilmiştir (Tablo 3.1).

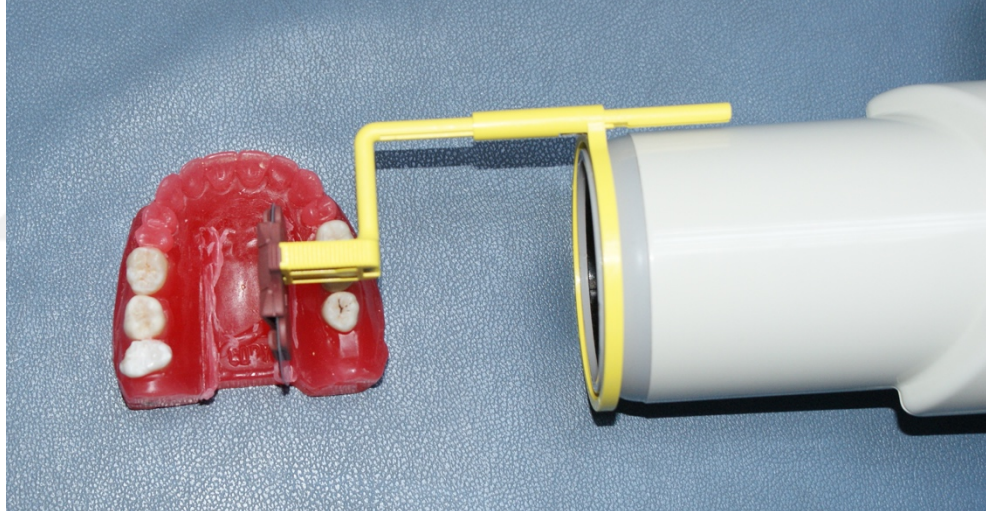
Tablo 3.1. ICDAS II kriterleri

Skorlar	Kriterler
0	Sağlam mine yüzeyi (Mine yüzeyinin 5 s süreyle kurutulmasının ardından çürüğe bağlı hiçbir bulgu yoktur)
1	Minede ilk görsel değişimler (Diş yüzeyi nemli iken minede hiçbir bulgu mevcut değildir. Ancak, yüzey 5 s süreyle hava ile kurutulduğunda gözlenebilen opasite ya da renk değişiklikleri mevcuttur)
2	Minede belirgin görsel değişimler (Diş hem nemli iken hem de kurutulduğunda gözlenebilen opasite ya da renk değişiklikleri mevcuttur)
3	Bölgesel mine yıkımı (Kurutulduğunda dişte doku kaybı gözlenmekte fakat dentin görülmemektedir)
4	Dentinden yansıyan koyu renkte gölgelenme (Mine dokusunun yapısal bütünlüğü bozulmuş olabilir veya olmayabilir)
5	Dentini de içeren gözle görülebilir kavite oluşumu
6	Dentinin görüldüğü geniş kavite

3.5.2. Radyografik Muayene

Bu amaçla pembe mum ile çene modeli oluşturulmuş ve çalışmaya dâhil edilen dişler, doğal diş kontak noktaları oluşturabilmek için Şekil 3.1’de görüldüğü üzere 3’erli olacak şekilde çene modeli üzerine yerleştirilmiştir.

Mum modeller üzerine yerleştirilen dişler, fosfor plaklarla (CS 7600, Carestream, USA) üretici firmaların önerileri doğrultusunda standart ışınlama koşulları ve parametreleri kullanılarak ışınlanmıştır. Fosfor plak ile dişlerin birbirine paralel, x-ışınlarının ise filme dik olmasını sağlamak ve bir standardizasyon oluşturmak için fosfor plak sistemine uygun film tutucu (X-ray Holders, Kerr, USA) kullanılmış ve ışın kaynağı ile film arasındaki mesafe sabitlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Film tutucu kullanılarak radyografik yöntemin uygulanması

Işınlanan fosfor plaklar, kısa süre içerisinde CR 7400 (Carestream, USA) tarayıcısı kullanılarak taranmış ve elde edilen görüntüler dijital ortama aktarılmıştır. Görüntüler, herhangi bir karışıklık yaşanmaması için diş numaraları yazılarak kaydedilmiştir. Dijital ortamdaki görüntüler iki araştırmacı tarafından standart çözünürlüklü ekranda aynı koşullar altında farklı zamanlarda skorlanmıştır. Skorumada işleminde Pereira ve ark. (2009) tarafından belirtilen değerlendirme kriterleri kullanılmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Radyografik değerlendirme kriterleri

Skorlar	Kriterler
0	ürük yok
1	Minenin dış yarısına kadar uzanan radyolusensi
2	Minenin iç yarısına kadar uzanan radyolusensi
3	Dentinin dış yarısına kadar uzanan radyolusensi
4	Dentinin iç yarısına kadar uzanan radyolusensi

3.5.3. Alternatif Akım Empedans Spektroskopisi Yöntemi ile Muayene

Çalışmadaki tüm dişlerin alternatif akım empedans spektroskopisi yöntemiyle ölçümleri CarieScan PRO cihazı (CarieScan Ltd, Dundee, Scotland) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz kullanılmadan önce her diş 5 s süreyle yıkanmış ve sonrasında kök yüzeyi ıslak kalacak şekilde kuron bölgesi 3 s boyunca hava-su spreyi ile nazikçe kurutulmuştur. Sol ele eldiven takılmamış ve bu eldeki iki parmak nemlendirilerek dişler kök yüzeyinden tutulmuştur. Diş ile cihaz arasındaki elektrik iletimini sağlayarak devreyi tamamlamak için aynı elle dudak kancası da tutulmuş ve kök yüzeyine temas ettirilmiştir. CarieScan PRO cihazı ise eldivenli olan sağ el ile tutulmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. CarieScan PRO ile muayene yönteminin uygulanması

Sensör ucunun sonundaki uygulama kısmı, kalem kullanırken uygulanan hafif basınçla benzer olacak şekilde şüpheli fissür alanına temas ettirilmiştir. Ölçüm yapılırken ucun hareket ettirilmemesine dikkat edilmiştir. Ölçümler, her diş için üç kez tekrarlanmış ve elde edilen üç ölçümün ortalaması CarieScan PRO skoru olarak kaydedilmiştir. Ölçümlerin aşınma ve yıpranmalardan etkilenmemesi için her 50 dişte bir sensör değiştirilmiştir. Elde edilen sayısal veriler Jablonski-Momeni ve Klein (2015) tarafından belirtilen şekilde değerlendirilmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. CarieScan PRO değerlendirme kriterleri

Skorlar	Kriterler
0	Sağlam
1-50	Mine lezyonunun erken safhası
51-90	Derin mine lezyonu
91-99	Mineden yüzeysel dentine doğru uzanan çürük lezyonu
100	Yerleşmiş dentin lezyonu

3.5.4. Lazer Floresans Yöntemi ile Muayene

Değerlendirilecek dişlerin lazer floresans yöntemiyle ölçümleri DIAGNOdent Pen 2190 cihazı (KaVo, Biebrach, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. DIAGNOdent Pen cihazı

Üretici firmanın önerileri doğrultusunda okluzal yüzey ölçümleri cihazın silindirik şeklindeki safir düz ucu (1 nolu) takılmıştır. Ölçümler yapılmadan önce cihazın kendi seramik referans diski kullanılarak kalibrasyonu yapılmıştır. Farklı bireylerin dişleri; beslenme alışkanlıkları, çevresel etkenler gibi sebeplerle farklı seviyelerde floresans

göstermesi nedeniyle her bir diş için sıfır noktası belirlenmiştir. Ölçüm işleminden önce cihazın probu ölçüm yapılacak dişin bukkal yüzeyindeki sağlıklı bir bölgeye uygulanmış ve üretici firmanın talimatları doğrultusunda sıfır noktası kaydedilmiştir. Her diş ölçümünün ardından kalibrasyon ve sıfır noktası belirleme işlemi tekrarlanmıştır.

Ölçüm yapılacak dişlerin okluzal yüzeyleri 5 s boyunca hava spreyi ile nazikçe kurutulmuştur. Bu aşamada dişlerin aşırı kurutulmamış olmasına dikkat edilmiştir. Cihazın uç kısmı, çürük şüphesi bulunan fissür bölgesine baskı uygulamayacak şekilde dişin uzun eksenine dik olacak şekilde konumlandırılmış ve cihazın uç kısmına kendi eksenine etrafında rotasyon hareketi yaptırılmıştır. Ölçümler, her diş için üç kez tekrarlanmış ve elde edilen üç değerın ortalaması DIAGNOdent Pen skoru olarak not edilmiştir.

Çürüğün varlığını veya çürüğün seviyesini belirlemek için dişlerden elde edilen değerler çürüğün üretici firma tarafından belirtilen cut-off değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir (KaVo DIAGNOdent Pen 2190 User Instructions, 2006) (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. DIAGNOdent Pen değerlendirme kriterleri

Skorlar	Kriterler
0-13	Sağlam diş
14-20	Mine çürüğü
21-29	Derin mine çürüğü
>30	Dentin çürüğü

3.5.5 Yakın-Kızılötesi Işık Transillüminasyon Yöntemi ile Muayene

Değerlendirilecek dişlerin yakın-kızılötesi ışık transillüminasyon yöntemiyle ölçümleri DIAGNOcam 2170 cihazı (KaVo, Bieberach, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).

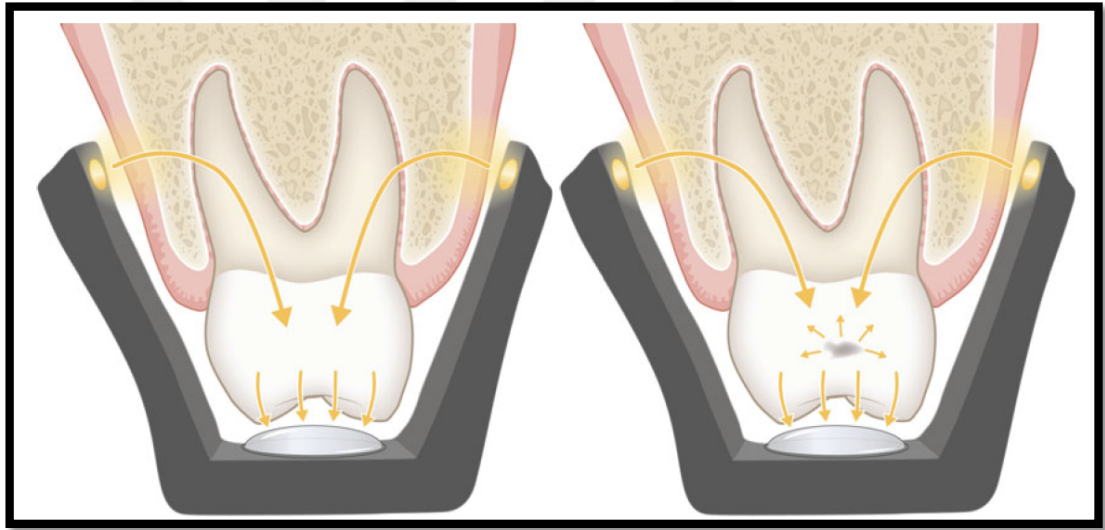


Şekil 3.4. DIAGNOcam cihazı

Cihazı kullanmaya başlamadan önce, üretici firmanın önerileri doğrultusunda kutuda bulunan CD kullanılarak cihazın yazılımı bilgisayara yüklenmiştir. Değerlendirmeden önce nemli olan dişler hava-su spreyi kullanılarak 5 s boyunca nazikçe kurutulmuştur. Aşırı kurutma yapılmamasına dikkat edilmiştir. Ağız içindeki karanlık ortamı taklit etmek için rubber dam örtüsü kullanılarak ölçüm yapılan dişin ve cihazın üstü örtülmüştür. Görüntünün başka ışık kaynaklarından etkilenmemesi için reflektör kapatılmıştır. Daimi dişlerin görüntülenmesinde büyük boyutlu uç, süt dişlerinin görüntülenmesinde ise küçük boyutlu uç kullanılmıştır.

Süt dişlerinde kökler rezorbe olmuş olduğu için, dişetini taklit edebilmek amacıyla dikdörtgen şeklinde mum modeller kullanılmıştır. Dişler bu modellere tutturularak cihaz kullanılmıştır.

DIAGNOcam'in kamerası dişlerin şüphelenilen fissür bölgesi ortalanacak şekilde konumlandırılmıştır. Sensörün en uygun konumda olup olmadığı ekrandaki canlı görüntü değerlendirilerek belirlenmiştir. Odak-nesne uzaklığı doğru bir şekilde ayarlanarak, okluzal yüzey ile CCD sensör birbirine paralel pozisyona getirilmiştir (Şekil 3.5). Bunu takiben, her diş için beş farklı görüntü yakalanmış ve KID yazılımı (KaVo Integrated Desktop/version 2.4.1.6374, KaVo, Biberach, Germany) kullanılarak bilgisayarda depolanmıştır (Şekil 3.6). Daha sonra dijital ortamdaki bu görüntüler iki araştırmacı tarafından standart çözünürlüklü ekranda aynı koşullar altında farklı zamanlarda değerlendirilmiştir.



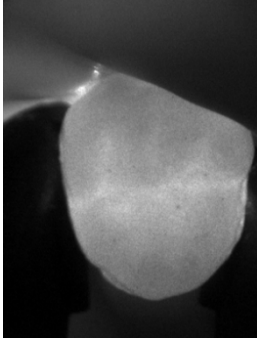
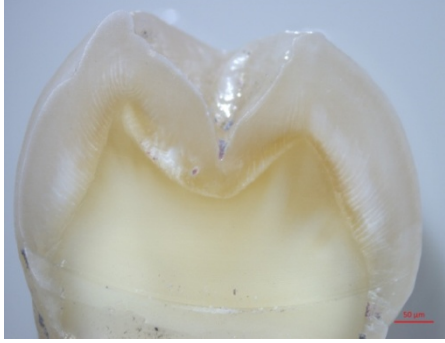

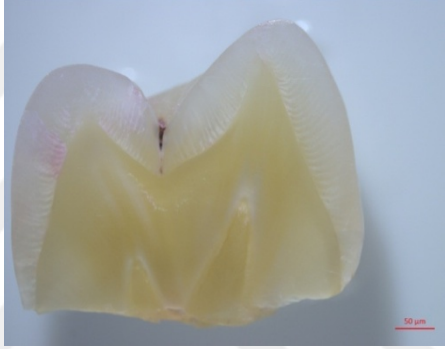

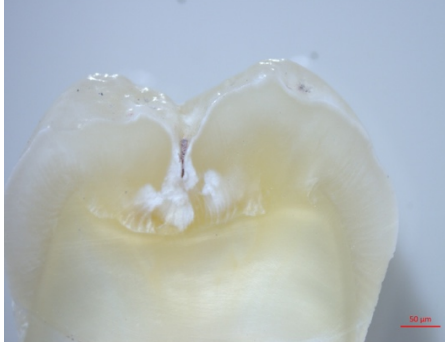
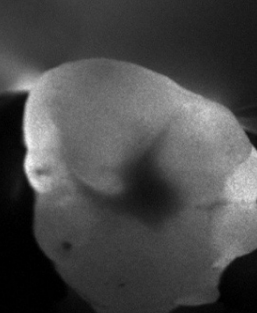

Şekil 3.5. DIAGNOcam cihazının çalışma mekanizması (Neuhaus ve Lussi, 2016)



Şekil 3.6. DIAGNOcam cihazı ve bilgisayar KID yazılım programı

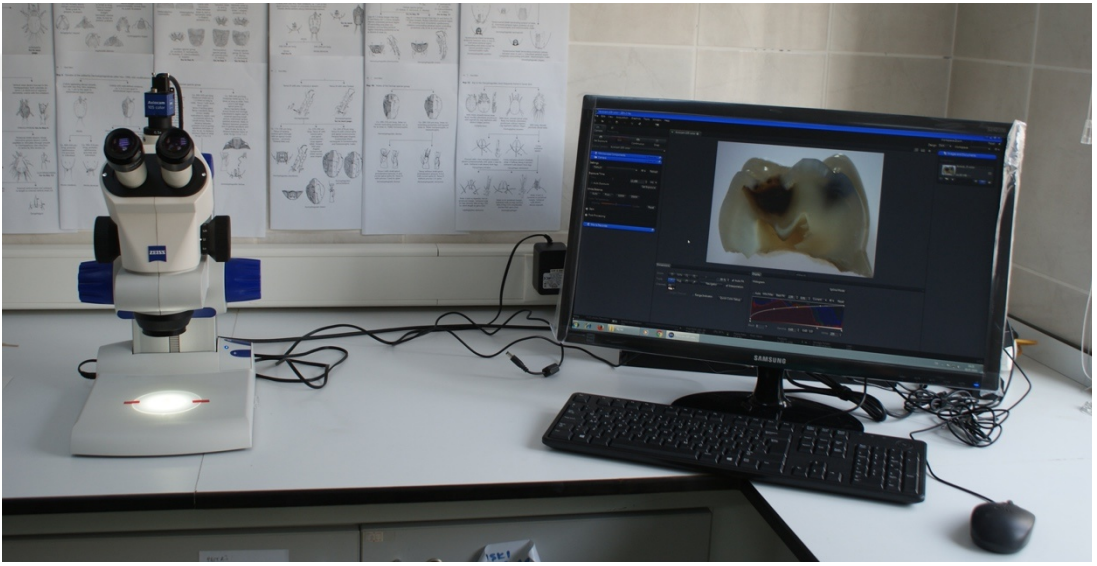
Okluzal yüzey lezyonlarının çürük varlığı veya yokluğunu ve seviyesini değerlendirmek için üretici firma veya daha önce başka araştırmacılar tarafından yapılmış herhangi bir sınıflandırma tablosu bulunmadığı için, çalışmaya dahil edilmeyen 4 diş kullanılarak cut-off değerleri oluşturulmuştur (Tablo 3.5). Skorlamada kullanılan dişler için de histolojik değerlendirme yapılarak sonuç doğrulanmıştır.

Tablo 3.5. DIAGNOcam değerlendirme kriterleri

Skorlar	DIAGNOcam Görüntüsü	Histolojik Görüntü	Kriterler
0			Sağlam Diş
1			Başlangıç Mine Çürüğü
2			Derin Mine Çürüğü
3			Dentin Çürüğü

3.5.6. Histolojik Değerlendirme

İki araştırmacının da ölçümlerinin tamamlanmasını takiben histolojik değerlendirme için dişler, kuronları ve okluzal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde akrilik kalıplara tutturulmuştur. Her akrilik blok üzerine diş numaraları yazılmıştır. Araştırmanın histolojik değerlendirmeleri T.C. Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Parazitoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda bulunan stereomikroskop kullanılarak bir histolog tarafından gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Stereomikroskop kullanılarak histolojik doğrulamının gerçekleştirilmesi

Dişler su soğutması altında, elmas diskler kullanılarak ikiye bölünmüştür. Kesit alma işlemi ölçüm yapılan dişlerin şüpheli görülen bölgesinden geçecek ve uzun aksına paralel olacak şekilde yapılmıştır. Elde edilen örnekler sırayla, 400, 600, 1200 ve 2000 numaralı zımpara kağıtları kullanılarak zımparalanmıştır.

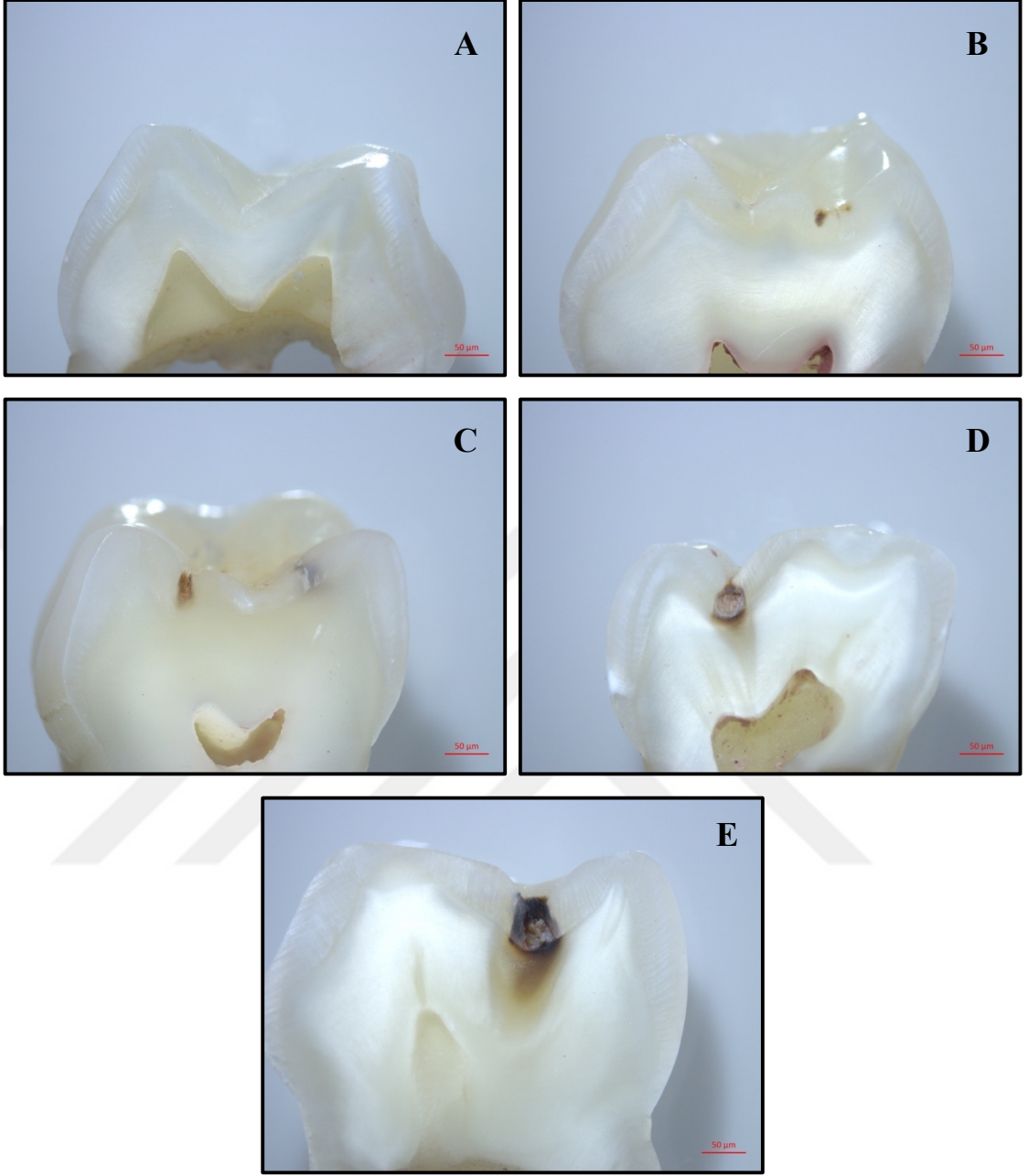
Kesitlerin stereomikroskop (Zeiss Stemi 2000-C, Zeiss, Jena, Germany) altında 10X büyütmede mikroskoba bağlı kamera ile (Axiocam 105 color, Zeiss, Jena, Germany) fotoğrafları çekilmiştir. Elde edilen görüntüler Zen 2 programı kullanılarak dijital ortamda kaydedilmiştir.

Görüntüler, çürük mevcudiyetini ve derinliğini değerlendirmek amacıyla tecrübeli bir histolog tarafından aşağıda belirtilen kriterler (Downer, 1975) doğrultusunda skorlanmıştır (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. Histolojik değerlendirme kriterleri

Skorlar	Kriterler
0	Demineralizasyon yok
1	Minenin dış yarısına kadar uzanan demineralizasyon
2	Minenin iç yarısını etkileyen, mine-dentin birleşimine kadar uzanan demineralizasyon
3	Dentinin dış yarısını etkileyen demineralizasyon
4	Dentinin iç yarısını etkileyen demineralizasyon

Histolojik kesitlere ait elde edilen fotoğraflar Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Kesitlerden elde edilen histolojik görüntüler:

- A) 0 skoru alan örnek; B) 1 skoru alan örnek; C) 2 skoru alan örnek;
D) 3 skoru alan örnek; E) 4 skoru alan örnek

3.5.7. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi MedCalc Version 9.3.0.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmacılar arası uyumun değerlendirmesinde “Kappa Analizi” kullanılmıştır. Her bir yönteme ait Kappa katsayıları elde edilmiş ve Altman (1990) tarafından belirtilen kriterler kullanılarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Kappa katsayısı değerlendirme skalası (Altman, 1990)

Kappa katsayısı	Uyumun derecesi
<0,20	Yetersiz uyum
0,21-0,40	Düşük uyum
0,41-0,60	Orta uyum
0,61-0,80	Güçlü uyum
0,81-1,00	Mükemmel uyum

Uygulanan farklı yöntemlerin performanslarını değerlendirebilmek ve yöntemleri karşılaştırabilmek için tüm yöntemlere ait değerler aynı gruplar altında olacak şekilde birleştirilmiştir (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. Tüm yöntemlere ait değerlerin aynı gruplar altında birleştirilmesi

Değerlendirme Yöntemleri	Sağlıklı	Başlangıç Mine Çürüğü	Derin Mine Çürüğü	Dentin Çürüğü
	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3
Görsel	0	1	2	3-4-5-6
Radyografik	0	1	2	3-4
CarieScan PRO	0	1-50	51-90	91-100
DIAGNOdent Pen	0-13	14-20	21-30	>30
DIAGNOcam	0	1	2	3
Histolojik	0	1	2	3-4

Çalışmamızda, farklı çürük teşhis yöntemlerinin etkinliğini değerlendirmek için altın standart olarak histolojik değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Teşhis yöntemleri için elde edilen veriler, çürük lezyonunun derinliğine göre sınıflandırılmıştır. D₁, D₂ ve D₃ olarak üç eşik değer (threshold point) belirlenmiştir.

D₁ eşik değeri başlangıç mine çürüğü,

D₂ eşik değeri derin mine çürüğü,

D₃ eşik değeri ise dentin çürüğü için ayırım noktası olarak belirlenmiştir.

Histolojik yöntem altın standart olarak değerlendirildiğinde;

D₁ eşik değerine göre “0” skoru alan dişler “sağlam”, “1, 2, 3” skoru alan dişler “çürük” olarak,

D₂ eşik değerine göre “0, 1” skoru alan dişler “sağlam”, “2, 3” skoru alan dişler “çürük” olarak,

D₃ eşik değerine göre ise “0, 1, 2” skoru alan dişler “sağlam”, “3” skoru alan dişler ise “çürük” olarak kabul edilmiştir.

Farklı çürük teşhis yöntemlerine ait skorlar aynı gruplar altında birleştirildikten sonra ROC analizi yöntemi kullanılarak ROC eğrileri oluşturulmuş ve eğri altında

kalan alan (AUC; Area Under Curve) hesaplanmıştır. İki farklı ROC analizine ait AUC değerlerinin kıyaslanmasında MedCalc istatistik programında yer alan DeLong ve ark. (1988) tarafından geliştirilmiş ROC eğrilerinin eşli karşılaştırması için genelleştirilmiş U istatistiklerine dayalı yöntem kullanılmıştır. Her iki araştırmacıdan elde edilen verilerin değerlendirilebilmesi için ayrıca duyarlılık, seçicilik ve doğruluk değerleri hesaplanmıştır.



4. BULGULAR

Altın standart olarak histolojik değerlendirme yöntemi kullanılarak çalışmamıza dahil edilen 120 daimi diş değerlendirildiğinde dişlerin dağılımı;

2 diş “0” skoru (Sağlıklı),

31 diş “1” skoru (Minenin dış yarısına kadar uzanan demineralizasyon),

48 diş “2” skoru (Minenin iç yarısını etkileyen demineralizasyon),

28 diş “3” skoru (Dentinin dış yarısını etkileyen demineralizasyon),

11 diş “4” skoru (Dentinin iç yarısını etkileyen demineralizasyon) olarak

belirlenmiştir.

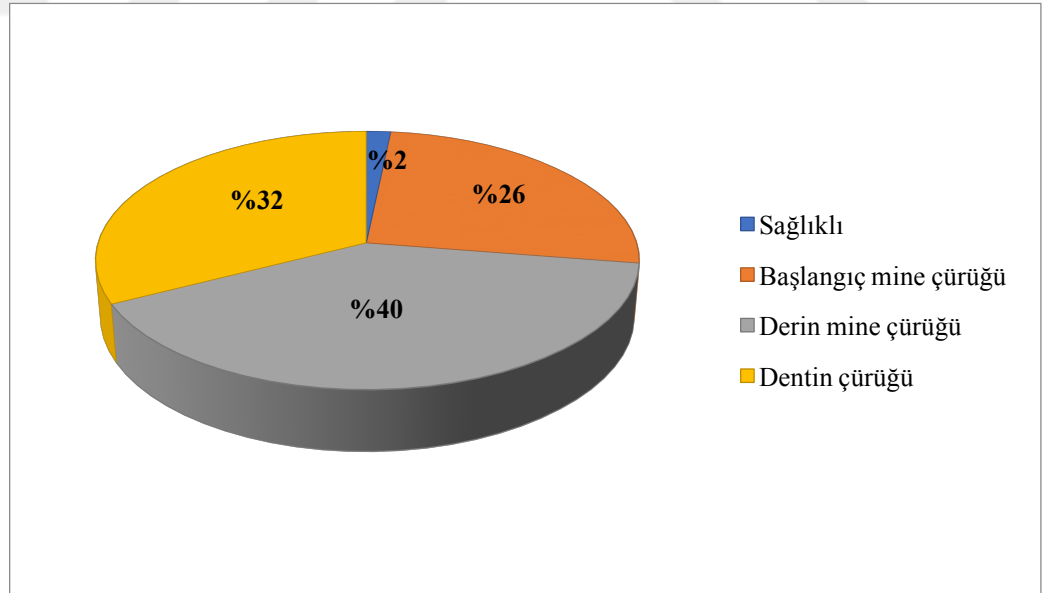
Bu skorlar Tablo 3.8’dekine benzer olarak aynı gruplar altında birleştirildiğinde ise;

2 dişin (%2) sağlıklı olduğu,

31 dişin (%26) başlangıç mine lezyonuna sahip olduğu,

48 dişin (%40) derin mine lezyonuna sahip olduğu,

39 dişin (%32) ise dentin lezyonuna sahip olduğu saptanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Histolojik değerlendirmeye göre daimi dişlere ait çürük dağılımı

120 süt dişinde ise;

18 diş “0” skoru (Sağlıklı),

33 diş “1” skoru (Minenin dış yarısına kadar uzanan demineralizasyon),

36 diş “2” skoru (Minenin iç yarısını etkileyen demineralizasyon),

25 diş “3” skoru (Dentinin dış yarısını etkileyen demineralizasyon),

8 diş “4” skoru (Dentinin iç yarısını etkileyen demineralizasyon) olarak

belirlenmiştir.

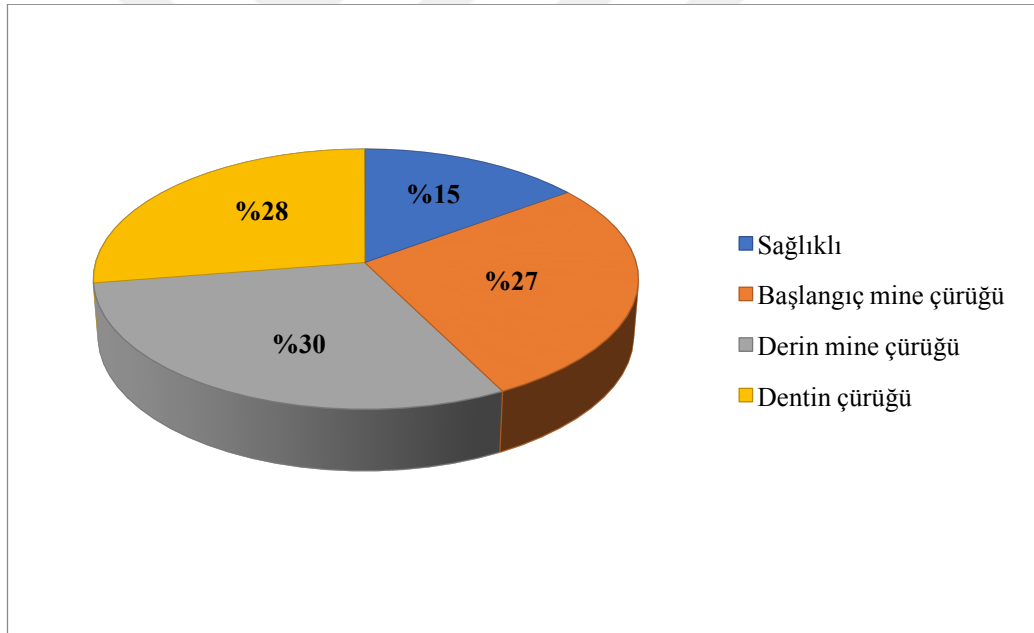
Bu skorlar Tablo 3.8’dekine benzer olarak aynı gruplar altında birleştirildiğinde ise;

18 dişin (%15) sağlıklı olduğu,

33 dişin (%27) başlangıç mine lezyonuna sahip olduğu,

36 dişin (%30) derin mine lezyonuna sahip olduğu,

33 dişin (%28) ise dentin lezyonuna sahip olduğu saptanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Histolojik değerlendirmeye göre süt dişlerine ait çürük dağılımı

Her iki araştırmacının daimi ve süt dişler için farklı çürük teşhis yöntemleri ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımı Tablo 4.1, Tablo 4.2’de verilmektedir.

Tablo 4.1. Araştırmacıların (A₁ ve A₂) daimi dişler için farklı çürük teşhis yöntemlerine ve histolojik değerlendirme skorlarına göre dağılımı

Görsel Değerlendirme	HİSTOLOJİK DEğERLENDİRME									
	0		1		2		3		Toplam	
	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
0	1	1	4	9	0	4	0	1	5	15
1	0	1	17	15	9	22	3	7	29	45
2	1	0	5	3	24	17	7	15	37	35
3	0	0	5	4	15	5	29	16	49	25
Radyografik Değerlendirme										
0	1	1	11	12	5	11	2	3	19	27
1	1	1	7	12	18	21	7	6	33	40
2	0	0	8	3	16	7	12	9	36	19
3	0	0	5	4	9	9	18	21	32	34
CarieScan PRO										
0	1	0	0	0	2	2	0	0	3	2
1	1	2	21	15	28	15	13	6	63	38
2	0	0	8	13	16	28	20	20	44	61
3	0	0	2	3	2	3	6	13	10	19
DIAGNOdent Pen										
0	1	1	9	5	5	4	2	1	17	11
1	0	0	4	8	6	0	4	3	14	11
2	0	0	10	4	10	6	6	2	26	12
3	1	1	8	14	27	38	27	33	63	86
DIAGNOcam										
0	2	2	5	7	1	2	0	0	8	11
1	0	0	18	17	18	25	3	5	39	47
2	0	0	6	7	19	13	9	19	34	39
3	0	0	2	0	10	8	27	15	39	23
Toplam	2		31		48		39		120	

Tablo 4.2. Araştırmacıların (A₁ ve A₂) süt dişleri için farklı çürük teşhis yöntemlerine ve histolojik değerlendirme skorlarına göre dağılımı

Görsel Değerlendirme	HİSTOLOJİK DEğERLENDİRME									
	0		1		2		3		Toplam	
	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
0	11	14	4	20	3	10	0	0	18	44
1	7	4	24	11	16	15	4	5	51	35
2	0	0	5	1	10	8	11	9	26	18
3	0	0	0	1	7	3	18	19	25	23
Radyografik Değerlendirme										
0	6	7	13	9	7	10	0	1	26	27
1	9	7	12	11	14	8	7	4	42	30
2	0	3	6	11	11	14	10	12	27	40
3	3	1	2	2	4	4	16	16	25	23
CarieScan PRO										
0	2	2	2	0	0	0	1	0	5	2
1	14	12	26	25	27	16	18	11	85	64
2	2	4	4	8	7	17	8	11	21	40
3	0	0	1	0	2	3	6	11	9	14
DIAGNOdent Pen										
0	11	11	10	12	5	6	0	0	26	29
1	2	1	6	5	7	6	0	0	15	12
2	1	2	5	3	6	7	1	1	13	13
3	4	4	12	13	18	17	32	32	66	66
DIAGNOcam										
0	10	14	2	8	0	2	0	0	12	24
1	4	3	15	20	5	17	0	3	24	43
2	2	1	11	5	15	13	3	12	31	31
3	2	0	5	0	16	4	30	18	53	22
Toplam	18		33		36		33		120	

4.1. Daimi Dişler için D₁, D₂ ve D₃ Eşik Değerlerine Ait Bulgular

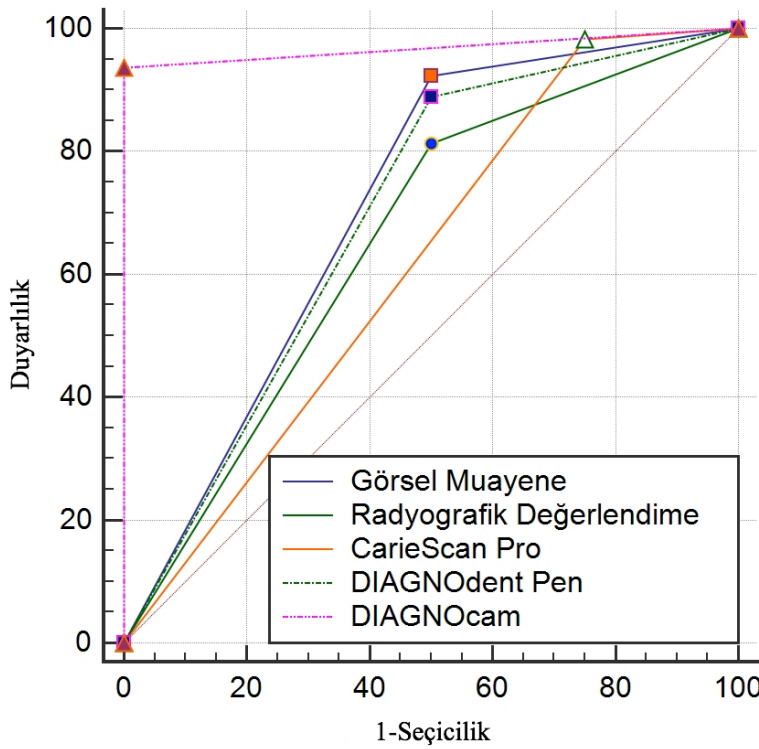
Elde edilen veriler analiz edilerek, daimi dişler için D₁, D₂ ve D₃ eşik değerine göre tüm teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik ve doğruluk değerleri belirlenmiştir. Ayrıca ROC analizi yöntemi kullanılarak ROC eğrileri oluşturulmuş ve eğri altında kalan alanlar (AUC) hesaplanmıştır. Yapılan analizlere ait değerler Tablo 4.3'de verilmiştir. Oluşturulan ROC eğrileri ise Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Daimi dişler için teşhis yöntemlerinin eşik değerlerine göre duyarlılık, seçicilik, doğruluk, AUC ve p değerleri

	AUC	p	Duyarlılık (%)	Seçicilik (%)	Doğruluk (%)
D₁					
<i>GÖRSEL</i>	0,712 ^{ab}	0,143	92,37	50,00	91,67
<i>RADYOGRAFİK</i>	0,657 ^a	0,279	81,36	50,00	80,83
<i>CarieScan PRO</i>	0,617 ^a	0,352	98,31	25,00	97,08
<i>DIAGNOdent Pen</i>	0,695 ^{ab}	0,178	88,98	50,00	88,33
<i>DIAGNOcam</i>	0,968 ^b	<0,0001	93,64	100,00	93,75
D₂					
<i>GÖRSEL</i>	0,731 ^a	<0,0001	73,56	72,73	73,33
<i>RADYOGRAFİK</i>	0,639 ^b	<0,0001	58,05	69,70	61,25
<i>CarieScan PRO</i>	0,613 ^b	<0,0001	62,07	60,61	61,67
<i>DIAGNOdent Pen</i>	0,640 ^b	<0,0001	85,63	42,42	73,75
<i>DIAGNOcam</i>	0,731 ^a	<0,0001	68,97	77,27	71,25
D₃					
<i>GÖRSEL</i>	0,699 ^a	<0,0001	57,69	82,10	74,17
<i>RADYOGRAFİK</i>	0,667 ^{ab}	<0,0001	50,00	83,33	72,50
<i>CarieScan PRO</i>	0,591 ^c	<0,0001	24,36	93,83	71,25
<i>DIAGNOdent Pen</i>	0,610 ^{bc}	<0,0001	76,92	45,06	55,42
<i>DIAGNOcam</i>	0,708 ^a	<0,0001	53,85	87,65	76,67

abc: Aynı sütunda aynı harfi taşıyan yöntemlerin arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0,05).

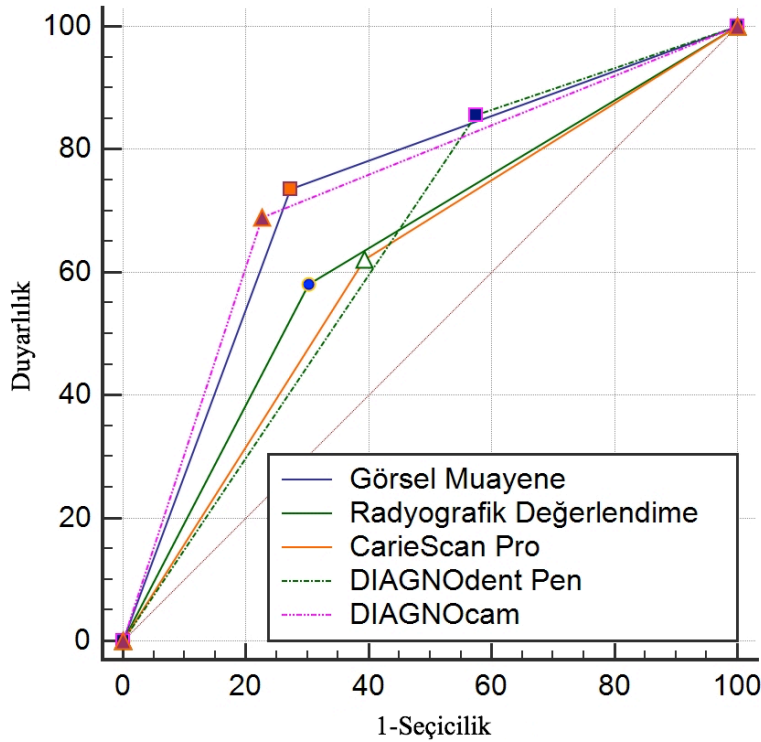
Tüm teşhis yöntemlerinin D_1 eşik değerine (başlangıç mine çürüğü) göre daimi dişler için duyarlılık değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek duyarlılık değeri CarieScan PRO, en düşük duyarlılık değeri ise radyografik yöntem olarak bulunmuştur. Seçicilik değerleri incelendiğinde en yüksek değerlere DIAGNOcam yöntemi sahipken, en düşük değere ise CarieScan PRO yöntemi sahip olduğu gözlenmiştir. Doğruluk değerleri açısından, en yüksek değer CarieScan PRO yöntemi, en düşük değerin ise radyografik değerlendirme yöntemi olduğu tespit edilmiştir. Eğri altında kalan alanlar değerlendirildiğinde ise, sadece DIAGNOcam yöntemi için istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunmuştur ($p < 0,0001$).



Şekil 4.3. Daimi dişler için D_1 eşik değerine göre ROC eğrileri

Tüm teşhis yöntemlerinin D_2 eşik değerine (derin mine çürüğü) göre daimi dişler için duyarlılık değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek duyarlılık değeri DIAGNOdent Pen için, en düşük duyarlılık değeri ise radyografik yöntem için bulunmuştur. Seçicilik değerleri incelendiğinde en yüksek değere DIAGNOcam yöntemi sahipken, en düşük değere ise DIAGNOdent Pen yönteminin sahip olduğu bulunmuştur. Doğruluk değerleri açısından, en yüksek değerler görsel muayene ve DIAGNOdent Pen yöntemleri için, en düşük değerler ise CarieScan PRO ve radyografik yöntemler için

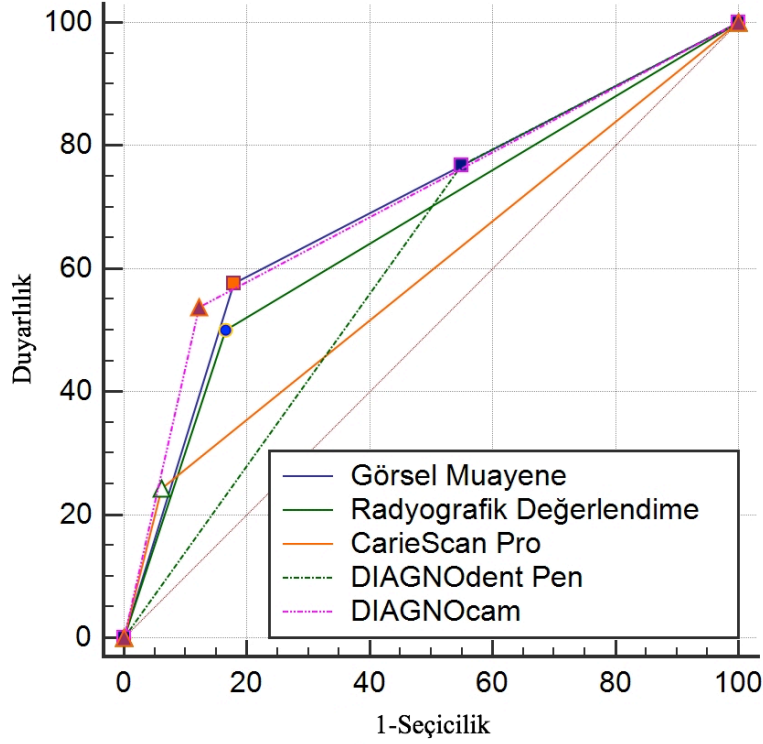
bulunmuştur. Eğri altında kalan alanlar değerlendirildiğinde tüm yöntemler için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek AUC değeri görsel muayene ve DIAGNOcam yönteminde gözlenmiştir. AUC değerleri karşılaştırıldığında görsel yöntem ile DIAGNOcam yöntemi arasında ve radyografik, CarieScan PRO, DIAGNOdent Pen yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.



Şekil 4.4. Daimi dişler için D_2 eşik değerine göre ROC eğrileri

Tüm teşhis yöntemlerinin D_3 eşik değerine (dentin çürüğü) göre daimi dişler için duyarlılık değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek duyarlılık değeri DIAGNOdent Pen için, en düşük duyarlılık değeri ise CarieScan PRO yöntemi için bulunmuştur. Seçicilik değerleri incelendiğinde en yüksek değere CarieScan PRO yöntemi sahipken, en düşük değere ise DIAGNOdent Pen yönteminin sahip olduğu gözlenmiştir. Doğruluk değerleri açısından, en yüksek değer DIAGNOcam yöntemi, en düşük değer ise DIAGNOdent Pen yöntemi olarak tespit edilmiştir. Eğri altında kalan alanlar değerlendirildiğinde tüm yöntemler için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek AUC değeri DIAGNOcam yöntemi için bulunmuştur. AUC değerleri karşılaştırıldığında DIAGNOcam yöntemi ile görsel

yöntem ve radyografik değerlendirme arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken, DIAGNOcam yöntemi ile CarieScan PRO ve DIAGNOdent Pen arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.5. Daimi dişler için D_3 eşik değerine göre ROC eğrileri

4.2. Süt Dişleri için D_1 , D_2 ve D_3 Eşik Değerlerine Ait Bulgular

Elde edilen veriler analiz edilerek, süt dişleri D_1 , D_2 ve D_3 eşik değerine göre tüm teşhis yöntemlerinin duyarlılık, seçicilik ve doğruluk değerleri belirlenmiştir. Ayrıca ROC analizi yöntemi kullanılarak ROC eğrileri oluşturulmuş ve AUC hesaplanmıştır. Yapılan analizlere ait değerler Tablo 4.4'de verilmiştir. Oluşturulan ROC eğrileri ise Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8'te verilmiştir.

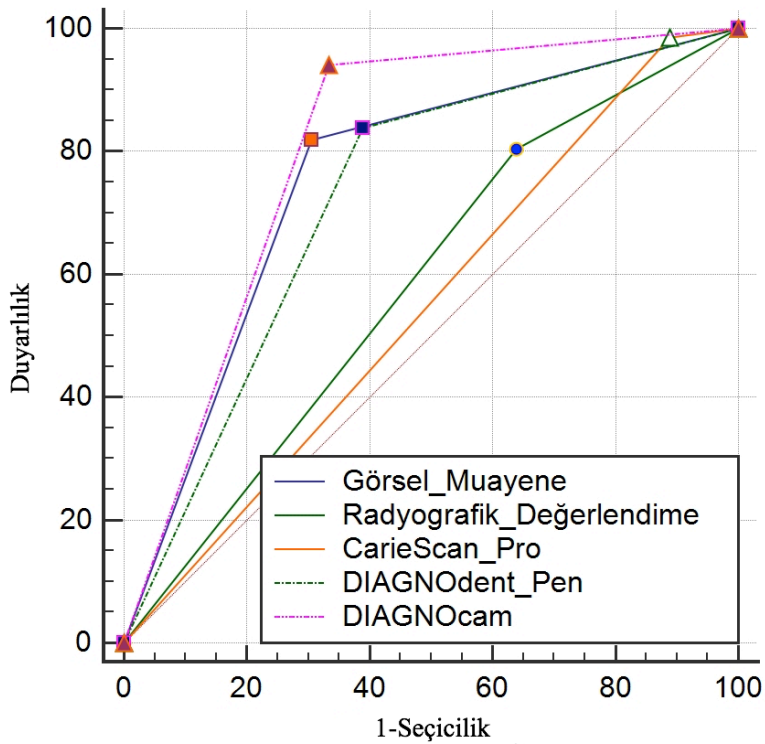
Tablo 4.4. Süt dişleri için teşhis yöntemlerinin eşik değerlerine göre duyarlılık, seçicilik, doğruluk, AUC ve p değerleri

	AUC	P	Duyarlılık (%)	Seçicilik (%)	Doğruluk (%)
D₁					
<i>GÖRSEL</i>	0,757 ^a	<0,0001	81,86	69,44	80,00
<i>RADYOGRAFİK</i>	0,583 ^b	0,055	80,39	36,11	73,75
<i>CarieScan PRO</i>	0,548 ^b	0,073	98,53	11,11	85,42
<i>DIAGNOdent Pen</i>	0,725 ^a	<0,0001	83,82	61,11	80,42
<i>DIAGNOcam</i>	0,804 ^a	<0,0001	94,12	66,67	90,00
D₂					
<i>GÖRSEL</i>	0,774 ^a	<0,0001	61,59	93,14	75,00
<i>RADYOGRAFİK</i>	0,678 ^b	<0,0001	63,04	72,55	67,08
<i>CarieScan PRO</i>	0,642 ^b	<0,0001	47,10	81,37	61,67
<i>DIAGNOdent Pen</i>	0,697 ^b	<0,0001	82,61	56,86	71,67
<i>DIAGNOcam</i>	0,775 ^a	<0,0001	80,43	74,51	77,92
D₃					
<i>GÖRSEL</i>	0,749 ^{ab}	<0,0001	56,06	93,68	83,33
<i>RADYOGRAFİK</i>	0,696 ^a	<0,0001	48,48	90,80	79,17
<i>CarieScan PRO</i>	0,612 ^c	<0,0001	25,76	96,55	77,08
<i>DIAGNOdent Pen</i>	0,789 ^b	<0,0001	96,97	60,92	70,83
<i>DIAGNOcam</i>	0,786 ^b	<0,0001	72,73	84,48	81,25

abc: Aynı sütunda aynı harfi taşıyan yöntemlerin arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0,05).

Tüm teşhis yöntemlerinin D₁ eşik değerine göre süt dişleri için duyarlılık değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek duyarlılık değeri CarieScan PRO yöntemi için, en düşük duyarlılık değeri ise radyografik muayene yöntemi için bulunmuştur. Seçicilik değerleri incelendiğinde en yüksek değere DIAGNOcam ve görsel muayene yöntemi sahipken, en düşük değere ise CarieScan PRO yönteminin sahip olduğu saptanmıştır. Doğruluk değerleri açısından, en yüksek değer DIAGNOcam yöntemi için, en düşük değer ise radyografik muayene yöntemi için belirlenmiştir. Eğri altında kalan alanlar değerlendirildiğinde radyografik muayene ve CarieScan PRO yöntemi

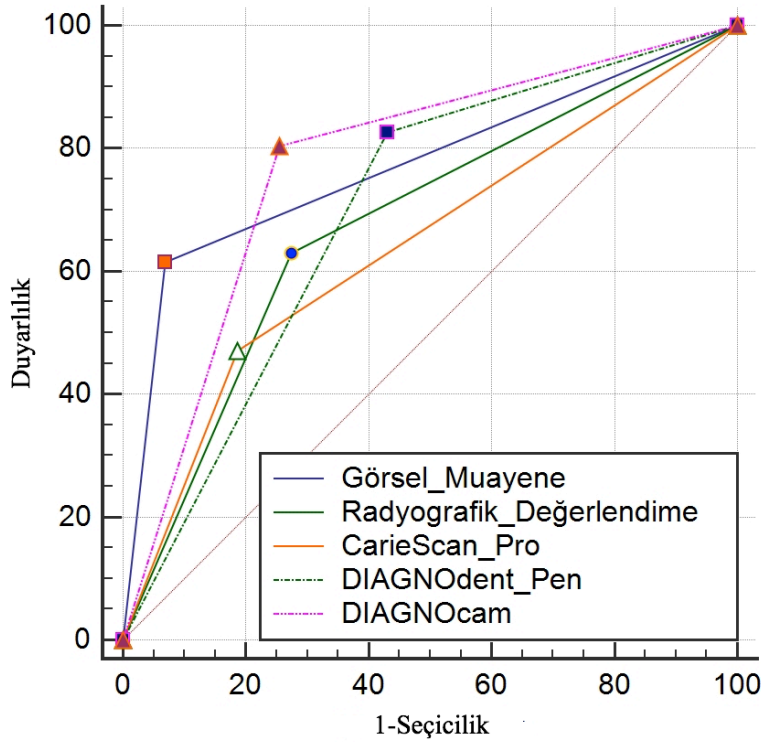
istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0,05$), diğer tüm yöntemler için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). En yüksek AUC değeri DIAGNOcam yöntemi için tespit edilmiştir. AUC değerleri karşılaştırıldığında görsel yöntem, DIAGNOcam yöntemi ve DIAGNOdent Pen yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken, radyografik muayene ve CarieScan PRO yöntemlerinden istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.6. Süt dişleri için D_1 eşik değerine göre ROC eğrileri

Tüm teşhis yöntemlerinin D_2 eşik değerine göre süt dişleri için duyarlılık değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek duyarlılık değeri DIAGNOdent Pen ve DIAGNOcam yöntemleri için, en düşük duyarlılık değeri ise CarieScan PRO yöntemi için bulunmuştur. Seçicilik değerleri incelendiğinde en yüksek değere görsel muayene yöntemi sahipken, en düşük değere ise DIAGNOdent Pen yönteminin sahip olduğu tespit edilmiştir. Doğruluk değerleri açısından, en yüksek değerin DIAGNOcam yöntemi, en düşük değerin ise CarieScan PRO yöntemi olduğu gözlenmiştir. Eğri altında kalan alanlar değerlendirildiğinde tüm yöntemler için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). En yüksek AUC değeri görsel muayene ve DIAGNOcam yöntemleri olduğu saptanmıştır. AUC değerleri karşılaştırıldığında görsel yöntem ve

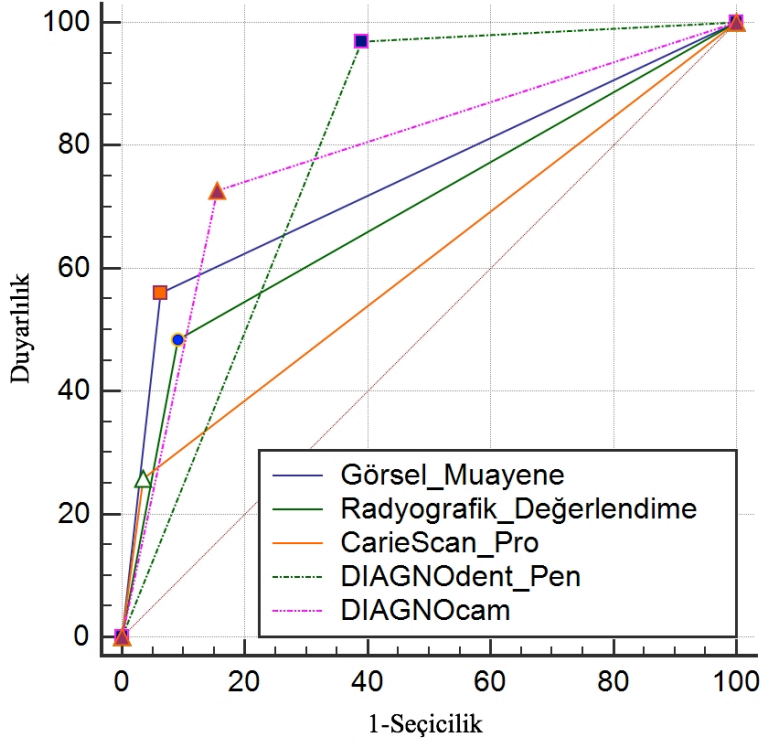
DIAGNOcam yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken, DIAGNOdent Pen, radyografik muayene ve CarieScan PRO yöntemlerinden istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.7. Süt dişleri için D_2 eşik değerine göre ROC eğrileri

Tüm teşhis yöntemlerinin D_3 eşik değerine göre süt dişleri için duyarlılık değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek duyarlılık değeri DIAGNOdent Pen yöntemi için, en düşük duyarlılık değeri ise CarieScan PRO yöntemi için bulunmuştur. Seçicilik değerleri incelendiğinde en yüksek değere CarieScan PRO yöntemi sahipken, en düşük değere ise DIAGNOdent Pen yönteminin sahip olduğu tespit edilmiştir. Doğruluk değerleri açısından, en yüksek değer görsel değerlendirme yöntemi için, en düşük değer ise DIAGNOdent Pen yöntemi için gözlenmiştir. Eğri altında kalan alanlar değerlendirildiğinde tüm yöntemler için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). En yüksek AUC değerinin DIAGNOdent Pen ve DIAGNOcam yöntemleri olduğu saptanmıştır. AUC değerleri karşılaştırıldığında DIAGNOcam, DIAGNOdent Pen ve görsel değerlendirme yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken, DIAGNOcam ve DIAGNOdent Pen yöntemleri; CarieScan PRO ve

radyografik muayene yöntemlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.8. Süt dişleri için D₃ eşik değerine göre ROC eğrileri

4.3. Araştırmacılar Arasındaki Uyuma Ait Bulgular

İki farklı araştırmacı tarafından, her bir yöntemle elde edilen verilerin arasındaki uyumun belirlenebilmesi için Kappa Analizi uygulanmıştır. Daimi ve süt dişleri için elde edilen sonuçlar Tablo 4.5. ve Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Daimi dişler için araştırmacılar arası Kappa değerleri

DEğERLENDİRME YÖNTEMLERİ	ARAşTIRMACILAR ARASI KAPPA DEğERLERİ
Görsel	0,47 (0,36-0,58)
Radyografik	0,42 (0,29-0,55)
CarieScan PRO	0,42 (0,29-0,55)
DIAGNOdent Pen	0,52 (0,39-0,65)
DIAGNOcam	0,68 (0,58-0,77)

Daimi dişler için elde edilen araştırmacılar arası Kappa katsayıları Altman (1990) tarafından belirtilen kriterler göz önüne alınarak değerlendirildiğinde; DIAGNOcam yöntemi için güçlü düzeyde, diğer teşhis yöntemleri için orta düzeyde uyum bulunmuştur. Bununla beraber, CarieScan PRO ve radyografik yöntem için uyumun düşük düzey sınırlarına yakın olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.6. Süt dişleri için araştırmacılar arası Kappa değerleri

DEğERLENDİRME YÖNTEMLERİ	ARAşTIRMACILAR ARASI KAPPA DEğERLERİ
Görsel	0,57 (0,48-0,66)
Radyografik	0,42 (0,29-0,54)
CarieScan PRO	0,41 (0,28-0,54)
DIAGNOdent Pen	0,89 (0,83-0,95)
DIAGNOcam	0,51 (0,41-0,61)

Süt dişleri için elde edilen Kappa katsayıları değerlendirildiğinde ise; DIAGNOdent Pen yöntemi için mükemmel düzeyde, diğer tüm teşhis yöntemleri için orta düzeyde uyum bulunmuştur. Ancak, radyografik ve CarieScan PRO yöntemlerinde uyumun düşük düzey sınırlarına yakın olduğu tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Diş çürüğü en sık rastlanılan kronik hastalıklardan biridir. Sanayileşmiş ülkelerin çoğunda, okul çağındaki çocukların %60 ile %90'ı ve neredeyse yetişkinlerin %100'ü bu durumdan etkilenmektedir (Petersen ve ark., 2005). Bununla birlikte, kavite oluşmamış çürüklerin koruyucu önlemler alınarak ilerleyişi yavaşlatılarak ve hatta çürüğün durdurulmasına büyük bir fırsat sağlanarak hastalığın ilerleyişi hakkında değişiklikler meydana gelmiştir (Baelum ve ark., 2006). Son yıllarda gelişmiş ülkelerde çürük düzeylerinin azaldığı ve yapılan çalışmalarla bu azalmanın özellikle düz ve ara yüzelerde olduğu tespit edilmiştir (McComb ve Tam, 2001; Marthaler, 2004).

Diş hekimliğinde koruyucu sağlık hizmetlerinin artması ve oral sağlık eğitimlerinin yaygınlaşmasına rağmen günümüzde hala çürük sıklıkla karşılaşılan önemli bir sağlık sorunu olarak yerini korumaktadır. İlerleyen sağlık politikaları ile birlikte flor kullanımının yaygınlaşması ile yüzeysel remineralizasyon potansiyelinin artması ve bunun sonucunda çürüğün ilerlemesinin durdurulması veya yeni çürük oluşumunun engellenmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte, flor kullanımının meydana getirdiği yüzeysel remineralizasyon nedeni ile klinikte sağlam görünen fissürlerdeki çürükler atlanabilmekte ve makroskopik olarak sağlam görünen mine yüzeyleri altında çürük ilerleyerek dentin lezyonları gelişerek gizli çürükler oluşabilmektedir (Lussi ve ark., 1999). Ayrıca, dişlerin okluzal yüzeyleri, pit ve fissürlerinin farklı ve kompleks anatomisi nedeniyle çürük lezyonlarından en çok etkilenen bölgeleridir (Attrill ve Ashley, 2001). Bu bölgelerde plak temizliğinin zor olması da çürüğün erken belirtilerinin tespit edilmesini zorlaştırmaktadır (Jablonski-Momeni ve ark., 2008; Rodrigues ve ark., 2008). Tüm bu olumsuzluklar yüzünden çürük tedavisinde güvenilir, erken ve kesin bir teşhis daha fazla önem kazanmaktadır.

“Koruma amacıyla genişletme” tedavi felsefesinin yerini minimal invaziv tedaviye bırakmasıyla birlikte, özellikle okluzal çürüklerin erken teşhis edilmesinin önemini daha da artırmıştır (Attrill ve Ashley, 2001). Erken çürük teşhisinden en fazla yarar sağlayacak hasta grubu çocuk hastalardır. Çünkü çocuk hastalarda tedavi için en önemli engellerden biri korku ve/veya anksiyetedir. Korku ve/veya anksiyete çocuklarda ağrı algısını ve davranışlarını etkileyebilmekte ve tedavi prosedürlerini

değiştirebilmektedir (Leal ve ark., 2013). Süt dişlerindeki mine çürüklerinin erken teşhisi, basit adeziv restorasyonların veya koruyucu uygulamaların yapılmasına imkân sağlayacaktır. Bununla birlikte, lokal anestezi uygulaması gibi çocukta korku yaratacak ve uzun tedavi işlemleri gerektirmesi nedeniyle çocuğun kooperasyonunu bozacak işlemlere gerek kalmayacaktır (Ashley, 2000). Ayrıca, süt dişlerinin daimi dişlere göre daha ince yapıda olması ve süt dişi minesinin daha poröz, daha az mineralize olması nedeni ile süt dişlerinde çürük lezyonu daha hızlı bir şekilde ilerlemektedir. Bu faktörler de çocuklarda erken teşhisin önemini bir kat daha artırmaktadır (Mendes ve Braga, 2013).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, süt dişlerinde okluzal çürük teşhisine ilişkin veriler sınırlı olup, çürük teşhis yöntemlerinin daimi dişlerdeki performanslarından yola çıkılarak süt dişlerindeki performansları için tahmin yürütülmektedir. Buna karşın, süt dişlerinin morfolojik özelliklerinin daimi dişlerden farklı olduğu unutulmamalıdır (Ashley, 2000). Tüm bunların ışığında, çalışmamız morfolojik farklılıkları nedeni ile ve süt dışında bu konuda yapılmış sınırlı sayıda çalışma olmasından dolayı hem süt hem de daimi dişler üzerinde yürütülmüştür.

Görsel ve radyografik muayene yöntemleri çürük tespiti için en yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir (Shoaib ve ark., 2009). Geleneksel yöntemlerin en önemli dezavantajı kişisel yorumlamaya bağlı subjektif bir değerlendirme olmasıdır. Bu durum ise bazen klinisyenlerin gerekli olmadığı halde girişimsel tedavi kararı almasına sebep olmaktadır (Lussi, 1991; Braga ve ark., 2009). Bu yüzden, geleneksel yöntemlerin daha hassas yöntemlerle kombine edilmesi çürük teşhisini geliştirebilmekte ve ayrıca operatif olmayan tedavilerin izlenmesinde diş hekimlerine yardımcı olabilmektedir (Chesters ve ark., 2002).

Çürük teşhis yöntemlerinin performanslarının değerlendirilmesi için hem in vivo hem de in vitro çalışmalar yapılmıştır. İn vivo çalışmalara göre in vitro çalışmalarda, dişlerin üzerindeki plak artıklarının, birikintilerinin ve tükürüğün uzaklaştırılması daha kolay olmakta ve daha önemlisi çürük lezyonunun genişliğini ve derinliğini doğrulamak için histolojik kesitlerin alınabilmesine kolaylık sağlanabilmektedir (Bader ve ark., 2002). Bununla beraber, in vitro çalışmalarda kullanılan dişlerin özellikleri, saklanma ortamları ve dişler üzerindeki artıklar ve renklenmeler gibi faktörlerin sonuçları etkilediği de bildirilmiştir (Lussi ve Reich, 2005; Francescut ve

ark., 2006; Diniz ve ark., 2011b). Süt dişleri üzerinde yapılan in vivo çalışmalarda çocuklardan radyografi alınması sırasında çocukların kooperasyonunu sağlayarak film almanın güç olabildiği, gerektiği durumlarda istenilen düzeyde nem kontrolü yapılamayabileceği belirtilerek çalışmalarını in vitro olarak planladıkları bildirilmiştir (Ashley, 2000; Attrill ve Ashley, 2001). Çalışmamız da bu nedenlerden dolayı ve önceden de belirttiğimiz gibi farklı morfolojilere sahip süt ve daimi dişlerde çalışılacağı için in vitro olarak planlanmıştır.

Sonuç olarak, çalışmamızda süt ve daimi dişler için görsel muayene, radyografik değerlendirme, alternatif akım empedans spektroskopisi sistemi, lazer floresans sistemi ve yakın-kızılötesi ışık transillüminasyon sistemi kullanılarak okluzal çürüklerin in vitro olarak belirlenmesi ve histolojik kesitlerden elde edilen sonuçlarla kıyaslanarak performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çekilen dişlerin saklanması için kullanılan yöntemlerin, dişlerin floresans özelliklerini etkilediği bildirilmiştir. Francescut ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada 3 farklı saklama solüsyonunda ve -20°C'de 2 yıl boyunca dişleri bekletmişlerdir. %1'lik kloraminde saklanan dişlerin %72, %10'luk formalinde saklanan dişlerin %60 ve %0,02'lik timol solüsyonunda saklanan dişlerin ise %54 oranında floresans değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Buna karşılık, -20°C'de dondurulmuş dişlerin floresans özelliklerinin ise çok az düzeyde (%5) arttığı bildirilmiştir. Çalışmamızda kullanılacak dişler çekildikten sonra -20°C'de dondurulmuştur, ara aşamalarda ise saklama solüsyonu olarak distile su kullanılmıştır.

Farklı çürük tespit yöntemlerinin performansını araştıran in vitro çalışmaların bazılarında, örneklem büyüklüğünü artırmak için aynı okluzal yüzey üzerindeki birden fazla inceleme alanı çalışmaya dahil edilmiştir (Ekstrand ve ark., 1997; Cortes ve ark., 2000; Jablonski-Momeni ve ark., 2009; Diniz ve ark., 2011a). Jablonski-Momeni ve ark. (2012) ise, bir diş üzerinde birden çok inceleme alanı bulunmasının tanı performansını etkilemediğini belirtmişlerdir. Ancak yine de çalışmamızda oluşabilecek karışıklıkların önüne geçebilmek için her diş üzerinde bir inceleme alanı belirlenmiş ve sadece bu alan üzerinde değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya katılan hekimlerin klinik tecrübeleri ve uzmanlık alanları da çürük teşhisiyle ilgili sonuçları etkileyebilecek faktörlerdendir. Lezyonların teşhisinde farklı

deneyime sahip hekim gruplarının performansını değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır (Bengtson ve ark., 2005; Zandona ve Zero, 2006; Kuhnisch ve ark., 2007b; Gimenez ve ark., 2013). Bazı çalışmalarda hekimlerin tecrübelerinin görsel incelemeden elde edilen genel performansı önemli ölçüde etkilemediği bildirilmiştir (Zandona ve Zero, 2006; Gimenez ve ark., 2013). DIAGNOdent gibi objektif yöntemlerle yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Bengtson ve ark., 2005; Magni ve ark., 2009). Diğer çalışmalarda ise değerlendirme sonuçlarındaki doğruluğun deneyimle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Kuhnisch ve ark., 2007b). Çalışmamızda okluzal çürük lezyonlarını teşhis etmek amacıyla tüm değerlendirmeler farklı klinik tecrübelerine sahip iki ayrı hekim tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce araştırmacılara cihazların kullanımı hakkında bilgi verilmiş ve üretici firmalar tarafından belirtilen şekilde cihazların kullanılması istenmiştir. Araştırmacıların birbirlerinden etkilenmesini engellemek amacıyla değerlendirmeler aynı koşullar altında farklı zamanlarda gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir teşhis yönteminin sonucu, "altın standart" olarak adlandırılan bir doğrulama yöntemi kullanılarak hastalığın gerçekte varlığı ya da yokluğu ile karşılaştırılmalıdır (Wenzel ve Hintze, 1999). Geleneksel olarak, "altın standart" farklı çürük teşhis yöntemlerinin stereomikroskop veya ışık mikroskobu ile histolojik incelemeye göre değerlendirilmesi için kullanılmaktadır (Hintze ve ark., 1995; Huysmans ve Longbottom, 2004; Jablonski-Momeni ve ark., 2009). Ancak, incelenecek kesitler farklı koşullarda elde edildiği için, gerçek çürük genişliğini ve mineral kaybını tam olarak gösterebilecek bir doğrulama metodu bulunmamaktadır (Rodrigues ve ark., 2012). Histolojik olarak ince kesitler elde etmek çok miktarda doku kaybına neden olurken, lezyonun geçtiği bölgeden dişi ikiye ayırmak lezyonun en derin bölgesinin açığa çıkarılmasını engelleyebilmektedir (Ari ve Ari, 2013). Histolojik kesitlere ek olarak alınan kesitlerin dijital olarak mikroskop görüntülerinin kaydedilmesi ve bu görüntülerin incelenmesinin, direkt olarak mikroskop altında yapılan incelemeye göre daha karşılaştırılabilir sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir (Jablonski-Momeni ve ark., 2009). Çalışmamızda, örnekler lezyonun geçtiği bölgeden ikiye ayrılmış ve elde edilen kesitlerin stereomikroskop ile incelenmesi "altın standart" olarak belirlenerek histolojik kesitlerin dijital görüntüleri elde edilmiş ve sonrasında inceleme yapılmıştır.

Geleneksel olarak okluzal lezyonların teşhisi ayna ve sond kullanılarak görsel muayene ile yapılmaktadır. Ancak, Ekstrand ve ark. (1987) fissürlerin muayenesinde sond kullanımının demineralize mine dokusuna zarar verdiğini bildirmiştir. Bu da lezyonun büyümesine sebep olabilmektedir (van Dorp ve ark., 1988). Lussi (1991) okluzal çürüklerin doğru teşhisinde sondla muayenenin etkinliğini değerlendirdiği bir in vitro çalışmasında, sond kullanan diş hekimlerinin kullanmayanlara kıyasla daha düşük duyarlılık değerleri gösterdiğini belirtmiştir. Sonuç olarak, son yıllarda okluzal çürük teşhisinde sond kullanmadan yapılan gözle muayene tavsiye edilmektedir. Çalışmamızda da görsel muayene sırasında sond kullanılmamıştır.

Görsel muayenede standardizasyon oluşturulabilmesi için çeşitli sınıflandırmalar tanıtılmıştır. Yapılan birçok çalışmada, ICDAS sisteminin kullanılabilirliği ve başarısı vurgulanmıştır (Diniz ve ark., 2009a; Mitropoulos ve ark., 2010; Neuhaus ve ark., 2011). Çalışmamızda da standardizasyonun sağlanabilmesi için görsel değerlendirme yöntemi olarak ICDAS-II sistemi kullanılmıştır.

Lazer floresans DIAGNOdent cihazının mine ve dentin çürükleri için eşik değerlerinin belirlenmesi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (Lussi ve Hellwig, 2006; Kavvadia ve Lagouvardos, 2008; Rodrigues ve ark., 2009). İlk olarak DIAGNOdent cihazı için optimum eşik değerleri belirlenmiştir ancak, bu değerler farklı çalışmalarda sıklıkla değiştirilmiştir. Bu çürük teşhis yöntemlerinin duyarlılık ve seçicilik değerleri her zaman, ilgili eşik değer bağlamında dikkate alınmalıdır. Bazı araştırmacılar duyarlılık ve seçicilik değerlerinin maksimuma ulaştığı değer aralıklarını eşik değer aralıkları olarak belirlemişlerdir (Lussi ve ark., 1999; Cortes ve ark., 2003; Lussi ve Francescut, 2003; Bamzahim ve ark., 2004). Farklı çalışmalarda DIAGNOdent cihazının performansını iyileştirmek adına farklı eşik değerleri kabul edilmesi ve buna göre sonuçlar elde edilmesi sebebiyle, çalışmaların sonuçlarının kıyaslanması her durumda uygun olmayabilmektedir. Sonradan piyasaya çıkan DIAGNOdent Pen cihazının eşik değer aralıklarının orijinal cihazdan biraz farklı olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, eski cihazla karşılaştırıldığında, okluzal çürüklerin tespiti için aynı doğruluğa ve tekrarlanabilirliğe sahip olduğu gösterilmiştir (Kuhnisch ve ark., 2007a). Sonuçlar değerlendirilirken çalışma koşullarının da (in vitro veya in vivo) dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Lussi ve ark., 2006; Lussi ve Hellwig, 2006; Kuhnisch ve ark., 2007b; Huth ve ark., 2008; Neuhaus ve ark., 2011; Seremidi ve ark., 2012).

Çalışmamızın sonuçlarının daha karşılaştırılabilir olması ve eşik değer aralıklarının standardize edilebilmesi amacıyla çalışmamızda DIAGNOdent Pen cihazı için üretici firmanın önerdiği eşik değer aralıkları kullanılmıştır.

Bir teşhis yönteminin %100 duyarlı ve seçici olması “ideal” olarak kabul edilir. Duyarlılık yüksek, seçicilik düşük olduğunda yanlış pozitif değerlendirme oranı yüksek demektir. Seçicilik yüksek, duyarlılık düşük olduğunda ise yanlış negatif değerlendirme oranı artmış demektir (Ferreira Zandona ve ark., 1998; Lussi ve Francescut, 2003). Lussi ve Francescut (2003), hem duyarlılık hem de seçicilik açısından ideal olana ulaşmanın günümüz olanakları ile çok zor olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda da tüm teşhis yöntemleri için farklı duyarlılık ve seçicilik değerleri gözlenmiştir. Çalışmamızda hem süt hem de daimi dişlerde duyarlılık ve seçicilik açısından bakıldığında başlangıç ve derin mine çürüklerinde görsel muayene ve DIAGNOcam, dentin çürüklerinde ise DIAGNOdent Pen ve DIAGNOcam teşhis yöntemlerinin başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Kavitasyon bulunmayan çürük lezyonlarında çürük teşhis yöntemlerinin performansını araştırmak için yapılan sistematik derlemede okluzal çürük lezyonlarının görsel muayene yöntemi ile tespitinde ICDAS sistemi dahil olmak üzere farklı sınıflandırma sistemleri kullanılan çalışmalar incelenmiş ve duyarlılık değerlerinin 44 ile 83 arasında değiştiği, seçicilik değerlerinin ise 46 ile 90 arasında değiştiği belirtilmiştir (Gomez, ve ark., 2013a). Bu bulgular çalışmamızdaki ICDAS II sisteminin duyarlılık (56 ile 92 arasında) ve seçicilik (50 ile 93 arasında) bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Hem süt hem de daimi dişler üzerinde ICDAS kriterleri kullanılarak yapılan in vitro çalışmalarda D_1 ve D_3 eşik değerlerinde yüksek duyarlılık (D_1 ve D_3 eşik değerlerine göre sırasıyla; süt dişlerinde 68,6-81,6 ve 55,0-72,1; daimi dişlerde 59-73 ve 48-83 değerleri arasında) ve yüksek seçicilik (D_1 ve D_3 eşik değerlerine göre sırasıyla; süt dişlerinde 90,0-90,0 ve 87,0-97,8; daimi dişlerde 74-91 ve 82-94 değerleri arasında) değerleri sergilemişler ve ICDAS II kriterlerinin okluzal çürükleri doğru teşhis edebildiği ve tekrar edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda da görsel yöntem hem süt hem de daimi dişlerde duyarlılık ve seçicilik değerleri benzer bulunmuştur (Jablonski-Momeni ve ark., 2008; Shoaib ve ark., 2009).

Souza ve ark. (2013) ICDAS kriterlerini, radyografik muayene ve DIAGNOdent Pen yöntemini kullanarak süt dişlerinde gerçekleştirdikleri in vitro bir çalışmada D₁ ve D₂ eşik değerlerinde ICDAS'ın duyarlılığının yüksek olduğunu, D₃ eşik değerinde seçiciliğinin yüksek olduğunu ve ICDAS'ın hem mine hem de dentin çürüklerini belirlemede DIAGNOdent Pen'den daha iyi doğruluk değerleri gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızla süt dişlerinin D₂ eşik değeri hariç tüm eşik değerlerinde daimi ve süt dişleri ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda da ICDAS yöntemi DIAGNOdent Pen'den daha iyi sonuçlar vermiştir.

Braga ve ark. (2009) süt dişlerinde okluzal çürük lezyonlarının tespitinde Nyvad sistemi ile ICDAS-II sisteminin etkinliklerini in vitro olarak karşılaştırmışlardır. D₁, D₂ ve D₃ eşik değerlerine göre sırasıyla duyarlılık değerlerini 92, 96 ve 78; seçicilik değerlerini 79, 65 ve 94 olarak bulmuşlardır. Bu bulgular yönünden araştırmacılar D₁ eşik değeri için çalışmamıza benzer, D₂ ve D₃ eşik değerleri için daha yüksek duyarlılık değerleri elde etmişlerdir. Hem Nyvad hem de ICDAS sisteminin başarılı bulunduğunu ancak, D₁ eşik değeri için ICDAS-II sisteminin daha üstün olduğunu belirtmişlerdir (Braga ve ark., 2009). ICDAS-II sisteminin mine lezyonlarını başlangıç ve derin mine lezyonları olmak üzere 2 gruba ayırdığından ve bu üstünlüğün bundan kaynaklanabileceğinden bahsetmişlerdir. Çalışmamızda da mine lezyonlarını başlangıç ve derin mine lezyonları gruplarına ayırdığımız için ICDAS-II sistemi kullanılmıştır. ICDAS kriterleri görsel muayenenin subjektif yönlerini geliştirse de çalışmada yer alan örneklerin çürük prevalanslarındaki farklılıklar, araştırmacıların deneyimlerindeki farklılıklar ve çalışmanın gerçekleştirildiği ortamdaki farklılıklar nedeniyle çalışmalar benzerlik göstermeyebilir.

Çalışmamızda, geleneksel çürük teşhis yöntemlerinden biri olan radyografik muayene yöntemi de kullanılmıştır. Fosfor plak sisteminin konvansiyonel film ile benzer boyut ve esnekliğe sahip olması, kablolu sensörlere göre ince olması, daha düşük radyografi dozu ile özellikle çocuk hastalarda kullanım kolaylığı sağlaması, dijital ortamda görüntünün saklanabilmesi sebebiyle çalışmamızda radyografik muayene yöntemi olarak fosfor plak sistemine yer verilmiştir (Tveit ve ark., 1994; Parks, 2008; Neuhaus ve ark., 2009). Ayrıca, dijital radyografi kullanmamıza rağmen kaydedilen görüntüler üzerinde herhangi bir görüntü iyileştirme işlemi uygulanmamıştır.

Rodrigues ve ark. (2008) daimi dişlerde okluzal çürük lezyonlarının tespitinde lazer floresans ile muayene, radyografik muayene ve ICDAS ile yapılan görsel muayene yöntemlerinin performansını in vitro olarak araştırmışlardır. Araştırmacılar D₃ eşik değerine göre ICDAS II ve DIAGNOdent Pen yöntemlerinin duyarlılık değerlerinin yüksek, radyografik yöntemin ise seçicilik değerinin yüksek olduğunu ve ICDAS II ile radyografik yöntem kombine edildiğinde en iyi performansı gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise, dentin çürüklerinde DIAGNOdent Pen yüksek duyarlılık sergilerken radyografik ve görsel yöntem yüksek seçicilik sergilemiştir. Attrill ve Ashley (2001) çalışmalarında hem mine hem de dentin için okluzal çürükleri belirlemede radyografik yöntemin görsel muayene ve DIAGNOdent'den daha kötü bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Neuhaus ve ark. (2011) süt azı dişlerinin okluzal çürüklerini belirlemede ICDAS II, radyografik ve lazer floresans yöntemleri karşılaştırmışlar ve hem başlangıç hem de dentin çürüklerinde radyografiden ziyade DIAGNOdent Pen'in daha yardımcı bir çürük teşhis yöntemi olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda da dentin çürüklerinde benzer bulgular elde edilmiştir.

Geleneksel yöntemlerde karşılaşılan bazı dezavantajlar nedeniyle yeni çürük teşhis yöntemleri tanıtılmış ve diş hekimliği pratiğinde kullanılmaya başlanmıştır. Geliştirilen bu cihazlardan biri alternatif akım empedans spektroskopisi yönteminin çürük teşhisinde kullanıldığı CarieScan PRO cihazıdır. Bu cihazın performansı hakkında sınırlı sayıda yayınlanmış çalışma bulunmaktadır.

Ari ve Ari (2013) yaptıkları bir in vitro çalışmada süt azı dişlerde okluzal çürüklerin teşhisi için 2.5x büyütme ve ışık destekli ICDAS-II sisteminin ve CarieScan PRO cihazının performanslarını değerlendirmişlerdir. CarieScan PRO cihazı için D₁ eşik değerine göre duyarlılık değerini 57-62 aralığında, seçicilik değerini ise 68-70 aralığında bulmuşlardır. ICDAS-II sisteminin çürük teşhisindeki performansını CarieScan PRO cihazından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulmuşlardır. Çalışmamızda da ICDAS-II sistemi iyi performans sergilemiştir ve ICDAS-II sisteminin performansı CarieScan PRO cihazından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir.

Teo ve ark. (2014) ICDAS-II sistemi, lazer floresans sistemi ve alternatif akım empedans spektroskopisi sisteminin süt azı dişlerindeki okluzal çürüklerin teşhisinde

in vivo ve in vitro olarak etkinliklerini değerlendirmişlerdir. ICDAS-II sisteminin en yüksek doğruluk ve tekrarlanabilirlik gösterdiğini, DIAGNOdent Pen cihazının klinik olarak yüksek doğruluk ve orta düzeyde tekrarlanabilirlik gösterdiğini, CarieScan PRO cihazının ise diğer iki sistemle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli derecede düşük performans gösterdiğini ve süt dişlerinde kullanımının uygun olmadığını bildirmişlerdir. CarieScan PRO cihazının performansını değerlendirmek amacıyla D₁ eşik değeri için 21 ve 51 olmak üzere iki farklı skoru eşik değer olarak kullanmışlar ve 51 skorunun daha iyi sonuç göstermesine rağmen D₁ eşik değeri için uygun bir skor belirleyememişlerdir. Cihazın D₁ eşik değerlerini değiştirmelerine rağmen yüksek duyarlılık sergilemesini tüm çürük lezyonlarını doğru bir şekilde tespit etmesine ancak çürük ile sağlıklı diş yapısı arasındaki farklılığı belirleyememesine bağlamışlardır. Çalışmamıza benzer olarak D₁ eşik değeri için yüksek duyarlılık, düşük seçicilik değerleri ve D₃ eşik değeri için ise düşük duyarlılık yüksek seçicilik değerleri elde etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, başlangıç çürüklerinin teşhisi için piyasaya sürülen bir cihaz olan CarieScan PRO cihazının daha yüksek duyarlılık ve seçicilik göstermesi gerektiğini savunmuşlardır.

Mortensen ve ark. (2014) CarieScan PRO cihazının kavitasyonsuz hem mine hem dentin çürüklerinin teşhisinde düşük yeteneğine sahip olduğunu ve eşik değeri okumaları (>50) arttıkça seçicilik değerinin arttığını ve duyarlılık değerinin ihmal edilebilir derecede düştüğünü bulmuşlardır. Çalışmamızın bulguları ile uyumlu olarak cihazın dentin çürüklerinde düşük duyarlılık sergilemesinin yüksek risk olduğunu ve yanlış negatiflerin artmasına, dentin çürüklerinin gözden kaçmasına sebep olabileceğini bildirmişlerdir.

Çürük teşhisinde geleneksel yöntemlerin etkinliğini artırmak amacıyla geliştirilen cihazlardan biri de lazer floresans yönteminin kullanıldığı DIAGNOdent cihazıdır. DIAGNOdent cihazının bazı özellikleri geliştirilerek aynı çalışma prensibine sahip DIAGNOdent Pen cihazı kullanıma sunulmuştur. DIAGNOdent cihazı ile ilgili in vitro ve in vivo olarak birçok çalışma yapılmış ve lazer floresans yöntemleri ile diğer çürük teşhis yöntemleri arasında farklı sonuçlar elde edilmiştir (Attrill ve Ashley, 2001; Lussi ve ark., 2004; Kuhnisch ve ark., 2007b; Teo ve ark., 2014). Bazı çalışmalarda, lazer floresans cihazların etkinliğinin geleneksel yöntemlere göre üstün olduğu bulunmuştur (Lussi ve ark., 1999; Baseren ve Gokalp, 2003; Sridhar

ve ark., 2009; Neuhaus ve ark., 2011). Pek çok çalışmada ise çürük teşhis yöntemleri arasında önemli bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (Rocha ve ark., 2003; Matos ve ark., 2011; Achilleos ve ark., 2013).

Çalışmamızda DIAGNOdent yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre hem süt hem de daimi dişler için yüksek duyarlılık değerleri elde edilirken düşük seçicilik değerleri elde edilmiştir. Bir meta-analiz araştırmasında da görsel muayene ile karşılaştırıldığında DIAGNOdent cihazının daha yüksek duyarlılık ve daha düşük seçicilik gösterdiği bulgularımıza benzer şekilde bildirilmiştir (Bader ve Shugars, 2004). Birçok çalışmada DIAGNOdent ile diğer çürük teşhis yöntemleri arasında önemli derecede bir fark bulunmadığı ve diğer çürük teşhis yöntemlerinin yanında kullanılmasının DIAGNOdent'in düşük seçiciliğini dengeleyeceği bildirilmiştir (Anttonen ve ark., 2004; Pourhashemi ve ark., 2009; Rodrigues ve ark., 2010).

Daimi dişlerdeki başlangıç okluzal lezyonlarının saptanmasında ICDAS, DIAGNOdent Pen ve VistaProof cihazlarının performansının değerlendirildiği bir çalışmada, D₁ eşik değerine göre ICDAS ve DIAGNOdent Pen yöntemi için duyarlılık değerleri yüksek, seçicilik değerleri düşük olarak bulunmuştur (Achilleos ve ark., 2013). DIAGNOdent Pen ve VistaProof cihazlarının performanslarının in vitro olarak değerlendirildiği başka bir çalışmada, DIAGNOdent Pen cihazı için başlangıç mine ve dentin çürüğünde duyarlılık değerleri yüksek, seçicilik değerleri düşük olarak tespit edilmiş olup bu durum çalışmamızla benzerlik göstermektedir (Jablonski-Momeni ve ark., 2012).

Floresans lazer cihazlarının ağırlıklı olarak dentin çürüğünü belirlemede etkili olduğu daha önce yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır (Matos ve ark., 2011; Rodrigues ve ark., 2011). Bu durum cihazın dalga boyunun bakteriyel metabolizmanın ürünü olan bakteriyel porfirinlerin floresans oluşturabilmesine uygun olmasından kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Verdonschot ve van der Veen, 2002; Astvaldsdottir ve ark., 2010). Rodrigues ve ark. (2011) da DIAGNOdent Pen'in D₃ eşik değerinde daha iyi sonuçlar verdiğini, D₁ eşik değerinde de D₃'e göre düşük değerler sergilemesine rağmen yüksek duyarlılık, seçicilik ve doğruluk değerleri gösterdiğini bulmuşlardır. Çalışmamızda da hem süt hem daimi dişlerde DIAGNOdent Pen tüm eşik değerlerinde iyi sonuçlar göstermiş, ayrıca süt dişlerinde D₁'den D₃'e doğru artan

şekilde daha iyi bulgular elde edilmiştir. Bu durumun daimi dişlerde görülmemesi morfolojik farklılıklardan veya daimi dişlerin yüzeyel temizliğinin yapılmış olmasına rağmen D₁ eşik değerinde yanlış pozitif sonuçların duyarlılık değerlerinde artışa sebep olmasından (Lussi ve ark., 2005; Lussi ve Reich, 2005; Deery ve ark., 2006) kaynaklanmış olabilir.

Teknolojik gelişmelerin sonucu olarak çürük teşhisinde kullanılmak üzere 2012 yılında yakın-kızılötesi ışık transillüminasyonu yöntemini kullanan DIAGNOcam kamera sistemi piyasaya çıkmıştır. DIAGNOcam cihazı ile ilgili literatürde sınırlı sayıda ve sadece daimi dişler üzerinde çalışma bulunmakla beraber yapılan çalışmalardan sadece biri in vitro olarak tasarlanmıştır.

Kuhnisch ve ark. (2016) DIAGNOcam cihazının kullanımı için uygun bir in vitro ortam oluşturmaya çalışmışlar ancak, dişleri gömmek için kullanılan malzemelerin foto-optik özelliklerinin periodontal anatomiye (örn. oral mukoza, alveolar kemik, periodontal kemik, pulpa ve kan) tam olarak taklit edememesi ve dişlerin yeterince transillüminasyona uğramaması nedeniyle çalışmalarını in vivo olarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmamızda ise, ağız içi koşulları taklit edebilmek amacıyla rubber dam örtüsü ile ölçüm yapılan dişin ve cihazın üstü örtülmüştür. Görüntünün başka ışık kaynaklarından etkilenmemesi için reflektör kapatılmış ve karanlık bir ortam oluşturulmuştur. Daimi dişlerin görüntülenmesinde büyük boyutlu uç, süt dişlerinin görüntülenmesinde ise küçük boyutlu uç kullanılmıştır. Diş etini taklit edebilmek amacıyla dişler dikdörtgen şeklindeki mum modellere tutturulmuş ve klinikte ağız içinde oluşturulan transillüminasyona en yakın görüntü elde edilmiştir.

Bussaneli ve ark. (2015) okluzal çürük lezyonlarının tespitindeki performansını değerlendirmek için DMCEquipamentos (São Carlos, Brazil) firması tarafından üretilen prototip bir NILT cihazı kullanmışlardır. NILT cihazı için 68,1 duyarlılık ve 85,7 seçicilik değerleri elde etmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızda süt ve daimi dişler için DIAGNOcam cihazı ile elde ettiğimiz duyarlılık (54 ile 94 arasında) ve seçicilik (67 ile 100 arasında) değerleri açısından uyum göstermektedir. Bununla beraber, Neuhaus ve Lussi (2016) süt dişlerinin fizyolojik kök rezorpsiyonu nedeniyle ışığın yolunun ciddi bir şekilde kesintiye uğramasına ve dolayısıyla kuronun net olarak

izlenememesine bağlı olarak süt dişleri için kullanımının uygun olmayabileceğini belirtmişlerdir.

Arayüz urklerinde mine-dentin sınırı DIAGNOcam cihazı ile açıkça saptanabilir olmasına rağmen, urğn pulpa ile ilişkisi grselleştirilememektedir. Bitewing radyografilerin DIAGNOcam yöntemine göre en önemli avantajlarından biri pulpaya göre urk genişliğini grselleştirebilmesidir (Kuhnisch ve ark., 2016). Çalışmamızda da karşılaştığımız gibi, okluzal urk teşhis yöntemi olarak DIAGNOcam sistemi kullanıldığında hem mine-dentin sınırı ve hem de pulpa ile urk ilişkisi grselleştirilememektedir. Ancak çalışmamız urğn pulpa ile olan ilişkisi üzerine değil DIAGNOcam'ın mine ve dentin urğn doğru şekilde tespit edip edemediği üzerine odaklanmıştır.

Yakın-kızılötesi ışık transillminasyonunda okluzal urklerin önemli belirteçleri, pit ve fissürlerde olası renk değişikliği veya mikrokavitasyon ve/veya zarar görmüş dentinin işareti olarak transillminasyonun azalmasıdır (Sochtig ve ark., 2014). Bir lezyonun önce yakın-kızılötesi ışık transillüminasyonu kullanılarak saptanmasını ve daha sonra gerekirse gerçek derinliğini belirleyebilmek için bir bitewing radyografi alınmasını böylece gizli urklerin tespiti için radyografi kullanımının azaltılmış olacağını bildirmişlerdir.

Bir sisteminin tanısıl kapasitesine yönelik değerlendirmelerin birinde duyarlılık yüksek ama diğerinde seçicilik yüksek ise, bu değerlendirmelerden hangisinin o sisteminin tanısıl kapasitesini yansıtığını belirlemek mümkün olmamaktadır. Bu durum sistemin sağlıklı olguları mı, hastalıklı olguları mı daha iyi saptadığı sorularına cevap vermekte yetersiz kalınmaktadır. Bu nedenle diagnostik testlerin hem duyarlılığını, hem de seçiciliğini tüm diagnostik eşik düzeyleri için eşzamanlı olarak değerlendiren bir yöntem olan ROC analizi, diş hekimliği ve/veya medikal alandaki diagnostik kapasite çalışmaları için önerilen ve özellikle tercih edilmesi gerektiği vurgulanan bir yöntemdir (Hanley ve McNeil, 1983; Verdonschot ve ark., 1993). ROC analizinin en önemli avantajlarından biri, tanı yöntemlerinin performansını tek başına seçicilik ve duyarlılık değerlerine oranla daha kapsamlı ve ayrıntılı olarak ortaya koyabilmesidir. ROC eğrisi değerleri ve eğrilerin altında kalan alanların hesaplanması ile urk tanı yöntemlerinin kapasitesinin/doğruluğunun net olarak belirlenebildiği

birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Kay ve Knill-Jones, 1992; Verdonschot ve ark., 1993).

Çalışmamızda ROC eğrisi değerleri ve eğrilerin altında kalan alanların hesaplanması sonucunda D_1 ve D_2 eşik değerlerinde her iki dişlenmede de görsel ve DIAGNOcam yöntemleri en yüksek AUC değerlerini, CarieScan PRO en düşük AUC değerlerini vermiştir. D_3 eşik değerinde daimi dişlerde diğer eşik değerlerine benzer bulgular elde edilirken süt dişlerinde en fazla AUC değerlerini DIAGNOdent Pen ve DIAGNOcam yöntemleri, en az AUC değerlerini CarieScan PRO yöntemi göstermiştir.

Souza ve ark. (2013) ICDAS kriterlerini, radyografik muayene ve DIAGNOdent Pen yöntemini kullanarak süt dişlerinde gerçekleştirdikleri in vitro bir çalışmada D_3 eşik değerindeki bitewing radyografi hariç tüm eşik değerlerinde yöntemler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamış ancak tüm eşik değerlerinde AUC değerlerinin DIAGNOdent Pen>ICDAS>radyografik değerlendirme olduğu bildirilmiştir. Rodrigues ve ark. (2009) ise daimi dişler üzerinde yaptığı çalışmasında D_3 eşik değerinde yöntemler arasında istatistiksel farklılık olduğunu ve AUC değerlerinin ICDAS>DIAGNOdent Pen>radyografik değerlendirme şeklinde bulgular verdiğini belirtmişlerdir. Neuhaus ve ark. (2011) ICDAS kriterlerini, bitewing radyografi ve DIAGNOdent Pen yöntemini kullanarak süt dişlerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada D_1 eşik değerinde de benzer bulgular elde etmişlerdir. Çalışmamızda daha düşük AUC değerleri elde etmekle birlikte tüm eşik değerlerinde ICDAS ve DIAGNOdent Pen değerleri radyografik değerlendirmeden yüksek AUC değerleri göstermiştir.

Ara yüzeydeki lezyonların ve dentindeki okluzal lezyonların teşhisi için radyografik değerlendirmenin klinik muayeneye göre daha duyarlı olduğu bildirilmesine karşın, okluzal mine lezyonlarında performanslarının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Bader ve ark., 2002; Gomez ve ark., 2013b). Radyografik değerlendirme ile elde edilen verilerin histolojik değerlendirmeye kıyasla çürük derinliğini genellikle daha az gösterdiği bildirilmiştir (Jacobsen ve ark., 2004; Young ve Featherstone, 2005). Ayrıca, bir radyografide lezyonların görülebilmesi için oluşacak mineral kaybı miktarının %30-40 civarında olduğu bildirilmiştir, bu nedenle

radıyografilerde daha geniş lezyonların saptanması gerekir (Wenzel, 2004). Bu sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda, D₁ eşik değeri için gerçekleştirilen ROC analizinde radyografik değerlendirme için daimi ve süt dişlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan sonuçlar bulunmuştur. D₂ ve D₃ eşik değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı ve kullandığımız diğer çürük teşhis sistemleriyle karşılaştırılabilir sonuçlar elde edilmiştir.

Ari ve Ari (2013) süt azı dişlerinde okluzal çürüklerin teşhisi için CarieScan PRO cihazı ve 2.5x büyütme ve ışık destekli ICDAS-II sistemi ile yaptıkları in vitro çalışmada D₁ eşik değerine göre CarieScan'ın AUC değerini "zayıf" (0,600-0,700), ICDAS'ın AUC değerini "iyi" (0,87-0,90) olarak bulmuşlardır (Obuchowski, 2003; Htoon ve ark., 2007). Araştırmacılar çalışmamıza göre daha yüksek AUC değeri elde etmişlerdir. Bu farklılık çalışmalarda kullanılan örnek sayısının az (n=18) olmasından kaynaklanmış olabilir.

Mortensen ve ark. (2014) daimi azı dişlerindeki okluzal çürüklerin teşhisinde alternatif akım empedans spektroskopisi yöntemi ve lazer floresans yönteminin in vitro olarak performanslarını değerlendirmişlerdir. Farklı eşik değer skorları için hesaplama yapmışlar ancak CarieScan PRO için D₂ eşik değerine göre 0,540-0,640 aralığında, D₃ eşik değerine göre ise 0,490-0,600 aralığında değişen AUC değerleri; D₂ eşik değerine göre 32-70, D₃ eşik değeri için ise 55-64 aralığında değişen doğruluk değerleri elde etmişlerdir. Çalışmamıza benzer olarak makroskobik olarak sağlam görümlü daimi azı dişlerindeki okluzal mine ve dentin lezyonlarının teşhisinde alternatif akım empedans spektroskopisi sisteminin DIAGNOdent Pen'den daha düşük performans gösterdiğini bildirmişlerdir.

Singh ve ark. (2016) süt azı dişlerindeki okluzal çürüklerin teşhisinde ICDAS-II, dijital radyografik görüntüleme sistemi ve alternatif akım empedans spektroskopisi sisteminin in vivo ve in vitro olarak performanslarını değerlendirmişlerdir. ICDAS-II sisteminin diğer yöntemlere göre üstün olduğunu, CarieScan PRO cihazının ise hem D₁ hem de D₃ eşik değerleri için istatistiksel olarak anlamlı olmayan sonuçlar gösterdiğini belirtmişlerdir. Mine kalınlığının süt dişlerinde daha az olması sebebiyle elektrik akımında çeşitlilikler olabileceğini ve bu sebeple CarieScan PRO cihazının düşük performans göstermiş olabileceğini bildirmişlerdir. CarieScan PRO cihazının

tüm eşik değerlerinde ICDAS'a göre daha düşük AUC değerleri vermesi ve D₁ eşik değerine göre anlamlı olmayan sonuçlar göstermesi bakımından çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda da CarieScan PRO cihazı için diğer teşhis yöntemlerine kıyasla daha düşük performans elde edilmiştir. D₁ eşik değeri için istatistiksel olarak anlamlı olmayan sonuçlar bulunmuştur. Elektrik iletiminin sağlanması için gerekli düzenek hazırlanmış ve her uygulamadan önce dişler nemlendirilmiş olsa da ağız içi ortamın aynı şekilde taklit edilebilmesi zordur. Aynı zamanda sensörün ucunun hassas bir yapıya sahip olduğu ve her uygulamadan sonra kolaylıkla eğilebildiği gözlenmiştir. Her 50 dişte bir sensör değiştirilse de bu durum dişe uygulanan kuvveti ve sensörün temas açısını değiştirmektedir. Sensör hassasiyetinin ve elektrik iletiminde yaşanan farklılıkların bu cihazın düşük performans göstermesine neden olabileceği kanısındayız.

DIAGNOcam cihazının arayüz çürüklerinde in vivo olarak performansını araştıran çalışmalar bulunmaktadır (Sochtig ve ark., 2014; Kuhnisch ve ark., 2016). Kuhnisch ve ark. (2016) 127 adet arayüz çürüğünü incelemişler ve DIAGNOcam sisteminde mine-dentin sınırı için %99,2 doğruluk ile 0,992 AUC değeri, dentin çürükleri için %29 doğruluk ve 0,648 AUC değeri elde etmişlerdir. Derin arayüz dentin çürük lezyonlarının dentin içinde daha az saydam gölge ile birlikte bulunması nedeniyle dentinin dış kısmındaki lezyonların büyük çoğunluğunun gözden kaçtığını ve dentin çürüklerinin tespitinde bu yüzden düşük doğruluk gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmanın in vivo olarak planlanması ve etik nedenlerle dentin çürüğü içermeyen örneklerin çalışmaya dahil edilmemesi nedeniyle örnek seçiminde taraflı davranılmasının çalışmanın sonuçlarını etkilediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda DIAGNOcam yönteminin performansını araştırmak için gerçekleştirilen ROC analizine göre tüm eşik değerler için istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ve sistemin genel olarak iyi performans gösterdiği bulunmuştur. Araştırmacıların çalışmamıza göre daha yüksek AUC değerleri elde etmelerinin nedeni çalışmanın sadece dentin lezyonlu örnekleri içermesinden ve in vivo koşullarda gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklanmış olabilir.

Marinova-Takorova ve ark. (2014) 60 adet çekilmiş diş üzerinde DIAGNOcam, DIAGNOdent Pen ve diğer geleneksel yöntemlerin performanslarını araştırmışlardır. DIAGNOdent ve DIAGNOcam sonuçlarının yakın olduğunu ve DIAGNOcam sonuçlarının klinik verilerle daha iyi ilişkilendirilebildiğini bildirmişlerdir.

Bussaneli ve ark. (2015) farklı bir firma tarafından üretilen NILT cihazı için daimi dişlerdeki okluzal çürük lezyonlarının tespitinde 0,769 AUC ve 73,4 doğruluk değeri elde etmişlerdir. NILT cihazının performansının, radyografik yöntemden daha iyi olduğunu ve floresans yöntemlerinin performansına benzer olduğu sonucuna varmışlardır. Bu nedenle, daimi dişlerin okluzal yüzeyinde başlangıç lezyonlarının teşhisi için geçerli bir alternatif oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızla uyumludur ancak çalışmamızda NILT cihazı daimi dişlerde D₂ ve D₃ eşik değerleri için süt dişlerinde ise D₂ eşik değeri için DIAGNOdent Pen yönteminden üstün bulunmuştur.

Çürük teşhis yöntemlerinin klinik olarak uygulanabilirliğinin değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken bir konu da bir yöntemin tekrar edilebilirliğinin yüksek olması yani güvenilirliğinin yüksek olmasıdır. Güvenilirliğini etkileyen başlıca kavramlar ise, araştırmacılar arası veya araştırmacılar içi uyumdur. Tüm kategorik veriler için araştırmacılar arasındaki uyumun değerlendirmesi, tesadüf eseri oluşacak uyumu ortadan kaldırmak için Cohen'in Kappa analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki örneklerin farklı çürük prevalansına sahip olmasının uyumu etkileyebileceği bildirilmiştir, bu nedenle çalışmaların sonuçları karşılaştırılırken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır (Banting ve ark., 2011).

Qudeimat ve ark. (2016) daimi dişlerde okluzal çürüklerin saptanması için ICDAS sisteminin tekrarlanabilirliğini ve ICDAS sisteminin tekrarlanabilirliği üzerindeki değişkenlerin etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar arası Kappa değerlerinin 0,42 ile 0,72 arasında değiştiğini ve araştırmacıların uzmanlık alanlarının ve klinik tecrübelerinin sonuçları etkilediğini belirtmişlerdir. Diniz ve ark. (2009b) daimi azı dişlerinde okluzal çürüklerin tespitinde ICDAS-II sisteminin doğruluk derecesini ve araştırmacılar arasındaki uyumunu in vitro olarak araştırmışlar ve araştırmacılar arası Kappa değerini 0,51 olarak bulmuşlardır. Bu bulgular çalışmamızla uyumludur. Çalışmamızda da ICDAS yöntemi için araştırmacılar arası

Kappa değerleri daimi ve süt dişler için sırasıyla 0,47 ve 0,57 olarak orta uyumlu olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda radyografik muayene yönteminde daimi ve süt dişleri için araştırmacılar arasındaki uyumun orta düzeyde (0,42 Kappa değeri) olduğu bulunmuştur. Rathore ve ark. (2012) daimi dişlerde okluzal çürüklerin teşhisi için konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve radyografik muayene yönteminin araştırmacılar arası uyumunu in vitro olarak değerlendirmişler ve radyografik muayene için araştırmacılar arası Kappa değerini 0,40 olarak bulmuşlardır. Souza-Zaroni ve ark. (2006) görsel değerlendirme, radyografik muayene ve lazer floresans yönteminin okluzal çürük lezyonlarında performanslarını araştırmışlardır. Farklı klinik deneyime sahip hekim gruplarının bulunduğu çalışmada araştırmacılar arası uyum için radyografik muayene yönteminde 0,28 ile 0,46 arasında değişen Kappa değerleri elde edilmiştir. Bu bulgular çalışmamızda iki farklı deneyime sahip hekim tarafından radyolojik değerlendirmelerin yapılması ile uyum göstermektedir.

Çalışmamızda CarieScan PRO yönteminde daimi dişler için 0,42, süt dişleri için ise 0,41 Kappa değerleri bulunmuştur. Muayene tekniği ve çalışma alanının standartlaştırılması için gösterilen tüm çabalara rağmen yöntem orta düzeyin alt sınırında uyum göstermiştir. Yapılan alışmalarda CarieScan PRO cihazının araştırmacılar arasındaki uyumunun çalışmamızla uyumlu olarak 0,47 ila 0,54 Kappa değerleri aralığında yani orta uyum gösterdiği bildirilmiştir (Mortensen ve ark., 2014; Teo ve ark., 2014). Bu düşük uyumun her uygulama sonrası diş yüzeyine uygulanan basınç ile sensör ucunun kolayca eğilmesi nedeniyle açısının değişmesi probleminden kaynaklandığı belirtilmiştir (Ari ve Ari, 2013). Ari ve Ari (2013) süt azı dişlerinde okluzal çürüklerin teşhisi için CarieScan PRO cihazı ile yaptıkları in vitro çalışmada araştırmacılar arasındaki uyum için 0,64 Kappa değeri elde etmişlerdir. Çalışmamıza göre daha yüksek Kappa değeri elde etmeleri kullandıkları örnek sayısının az olması ile ilişkili olabilir.

Çalışmamızda lazer floresans yönteminin araştırmacılar arasındaki uyumu değerlendirildiğinde daimi dişler için orta düzeyde, süt dişleri için ise mkemmел düzeyde uyum bulunmuştur. Rodrigues ve ark. (2009) daimi ve süt azı dişlerinde okluzal çürük tespiti için görsel değerlendirme ile lazer floresans yönteminin

performansını karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar arası uyumda çalışmamızla uyumlu olarak lazer floresans yöntem için daimi dişlerde 0,59, süt dişlerinde ise 0,77 Kappa değeri elde etmişlerdir.

Souza-Zaroni ve ark. (2006) farklı klinik deneyime sahip hekim gruplarıyla lazer floresans yönteminin performansını araştırmışlardır. Araştırmacılar arası uyumda lazer floresans yöntem için Kappa değerlerini çalışmamızdan daha düşük (0,28 ile 0,46 arasında) olarak bulmuşlardır. Yapılan başka çalışmalarda da lazer floresans yöntemin yüksek Kappa değerine sahip olduğu ve cihazın iyi derecede tekrar edilebilirlik özelliği ile çürük teşhisinde ilave bir yöntem olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Attrill ve Ashley, 2001; Lussi ve Francescut, 2003). Çalışmada kullanılan dişlerin farklı saklama koşulları, çürük dağılımı ve DIAGNOdent cihazı için kullanılan farklı eşik değer aralıkları nedeniyle çalışmalar arasında farklılıklar oluşmuş olabilir.

DIAGNOcam yönteminin araştırmacılar arasındaki uyumu değerlendirildiğinde daimi dişler için güçlü düzeyde (0,68 Kappa değeri), süt dişleri için ise orta düzeyde (0,51 Kappa değeri) uyum elde edilmiştir. DIAGNOcam sisteminin araştırmacılar arasındaki uyumunu değerlendiren çalışma bulunmamaktadır, ancak Bussaneli ve ark. (2015) farklı bir firma tarafından üretilen NILT cihazı için daimi dişlerdeki okluzal çürük lezyonlarının tespitinde araştırmacılar arasında 0,59 Kappa değeri elde etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmamıza göre daimi dişler için NILT yönteminde daha düşük Kappa değeri elde etmişlerdir. Daha düşük uyum görülmesi iki farklı dalga boylarına sahip cihazların kullanılmasından kaynaklı olabilir. Çalışmamızın bulgularına göre DIAGNOcam cihazını tekrarlanabilirliği yüksek bir çürük teşhis cihazı olarak düşünmekteyiz.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Süt ve daimi dişlerde okluzal çürük lezyonlarının tespitinde farklı iki araştırmacı tarafından gerçekleştirilen görsel muayene, radyografik muayene, CarieScan PRO, DIAGNOdent Pen ve DIAGNOcam yöntemlerinin histolojik değerlendirme ve araştırmacılar arası uyum verilerine göre çalışmamızın sınırlamaları dâhilinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

1- Görsel değerlendirmede kullanılan ICDAS-II sisteminin hem süt hem de daimi dişlerde tüm değerlendirmelerde başarılı sonuçlar sergilediği görülmüştür.

2- Radyografik yöntemin mine ve dentin çürüklerinin teşhisinde düşük performans gösterdiği görülmüştür.

3- Başlangıç çürüklerinin teşhisi için piyasaya sürülen bir cihaz olan CarieScan PRO cihazının kullandığımız diğer çürük teşhis yöntemlerine göre en düşük performans gösteren yöntem olduğu ve tekrarlanabilirliğinin düşük olduğu bulunmuştur.

4- DIAGNOdent Pen cihazı ile tüm değerlendirmelerde başarılı sonuçlar elde edilmiştir, ayrıca cihazın süt dişlerinde daha yüksek performans gösterdiği gözlenmiştir.

5- Yeni bir sistem olarak sunulan DIAGNOcam yönteminin hem başlangıç mine hem de dentin çürüklerinin teşhisinde süt ve daimi dişlerde en yüksek başarıya sahip yöntem olduğu görülmüştür. Ancak, maliyetinin yüksek olması ve bir dental ünite bağlı çalışma zorunluluğu bu yöntemin kullanımını sınırlandırmaktadır.

6- Araştırmacılar arası uyum değerlendirildiğinde, süt dişleri için DIAGNOdent Pen cihazının mükemmel düzeyde uyum gösterdiği, daimi dişler için de DIAGNOcam cihazının güçlü düzeyde uyum gösterdiği bulunmuştur. Diğer yöntemler için hem süt hem de daimi dişlerde orta düzeyde uyum bulunmuştur.

Sonuç olarak, ilave bir donanım gerektirmemesi ve kolay uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle görsel değerlendirme çürük teşhisinde ilk kullanılacak yöntemlerdendir. Tanısal performansı artırmada görsel değerlendirme ile diğer çürük teşhis yöntemlerinin birlikte kullanımının gizli çürükleri tespit etmede daha başarılı sonuçlar vereceği düşüncesindeyiz. Başlangıç seviyesindeki çürüklerin tespitinde x-

ışınına maruz kalmayı ortadan kaldırmak için görsel değerlendirmeye ilave olarak radyografik muayene yerine non-invaziv yöntemler olan DIAGNOdent Pen ve DIAGNOcam yöntemleri kullanılabilir. Okluzal çürükleri teşhis etmede CarieScan PRO cihazı ile çok başarılı sonuçlar elde edilememiştir. DIAGNOcam ve DIAGNOdent Pen cihazları ile çürük tespiti için ümit verici sonuçlar elde etmemize rağmen klinik olarak ileri çalışmaların yapılması gerektiği kanısındayız.



7. KAYNAKLAR

Achilleos E. E., Rahiotis C., Kakaboura A. ve Vougiouklakis G. (2013). Evaluation of a new fluorescence-based device in the detection of incipient occlusal caries lesions. *Lasers Med Sci*, 28 (1), 193-201.

Agostini F. G., Kaaden C. ve Powers J. M. (2001). Bond strength of self-etching primers to enamel and dentin of primary teeth. *Pediatr Dent*, 23 (6), 481-486.

Akgül S. (2015). Başlangıç okluzal çürük lezyonlarında farklı teşhis yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

al-Khateeb S., ten Cate J. M., Angmar-Mansson B., de Josselin de Jong E., Sundstrom G., Exterkate R. A. ve ark. (1997). Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Adv Dent Res*, 11 (4), 502-506.

Aljehani A., Yang L. ve Shi X. Q. (2007). In vitro quantification of smooth surface caries with DIAGNOdent and the DIAGNOdent pen. *Acta Odontol Scand*, 65 (1), 60-63.

Altman D. G. (1990). Practical statistics for medical research: CRC press.

Amaechi B. T. (2009). Emerging technologies for diagnosis of dental caries: The road so far. *Journal of Applied Physics*, 105 (10), 102047.

Anderson J. M. (2000). Academy of operative dentistry. Award of Excellence. Dr Bruce Brownfield Smith. *Oper Dent*, 25 (3), 244.

Ando M., Hall A. F., Eckert G. J., Schemehorn B. R., Analoui M. ve Stookey G. K. (1997). Relative ability of laser fluorescence techniques to quantitate early mineral loss in vitro. *Caries Res*, 31 (2), 125-131.

Angmar-Mansson B. ve ten Bosch J. J. (1993). Advances in methods for diagnosing coronal caries--a review. *Adv Dent Res*, 7 (2), 70-79.

Angmar-Mansson B. ve ten Bosch J. J. (2001). Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a method for assessment of incipient caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol*, 30 (6), 298-307.

Angmar-Mansson B. E., al-Khateeb S. ve Tranaeus S. (1998). Caries diagnosis. *J Dent Educ*, 62 (10), 771-780.

Anttonen V., Seppa L. ve Hausen H. (2004). A follow-up study of the use of DIAGNOdent for monitoring fissure caries in children. *Community Dent Oral Epidemiol*, 32 (4), 312-318.

Ari T. ve 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, 276070.

Asakawa T., Manabe A., Itoh K., Inoue M., Hisamitsu H. ve Sasa R. (2001). Efficacy of dentin adhesives in primary and permanent teeth. *J Clin Pediatr Dent*, 25 (3), 231-236.

Ashley F. P., Coward P. Y., Jalil R. A. ve Wilson R. F. (1991). Relationship between calcium and inorganic phosphorus concentrations of both resting and stimulated saliva and dental plaque in children and young adults. *Arch Oral Biol*, 36 (6), 431-434.

Ashley P. (2000). Diagnosis of occlusal caries in primary teeth. *Int J Paediatr Dent*, 10 (2), 166-171.

Astvaldsdottir A., Tranaeus S., Karlsson L. ve Peter Holbrook W. (2010). DIAGNOdent measurements of cultures of selected oral bacteria and demineralized enamel. *Acta Odontol Scand*, 68 (3), 148-153.

Attrill D. C. ve Ashley P. F. (2001). Occlusal caries detection in primary teeth: a comparison of DIAGNOdent with conventional methods. *Br Dent J*, 190 (8), 440-443.

Axelsson P. (2000). *Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries*: Quintessence Publishing Company.

Bader J. D. ve Brown J. P. (1993). Dilemmas in caries diagnosis. *J Am Dent Assoc*, 124 (6), 48-50.

Bader J. D. ve 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.

- Bader J. D., Shugars D. A. ve Bonito A. J. (2002). A systematic review of the performance of methods for identifying carious lesions. *J Public Health Dent*, 62 (4), 201-213.
- Baelum V., Heidmann J. ve Nyvad B. (2006). Dental caries paradigms in diagnosis and diagnostic research. *Eur J Oral Sci*, 114 (4), 263-277.
- Bamzahim M., Shi X. Q. ve Angmar-Mansson B. (2004). Secondary caries detection by DIAGNOdent and radiography: a comparative in vitro study. *Acta Odontol Scand*, 62 (1), 61-64.
- Banting D. W., Amaechi B. T., Bader J. D., Blanchard P., Gilbert G. H., Gullion C. M. ve ark. (2011). Examiner training and reliability in two randomized clinical trials of adult dental caries. *J Public Health Dent*, 71 (4), 335-344.
- Barbat J. (2001). Digital radiography. *Aust Endod J*, 27 (2), 62-65.
- Baseggio W., Naufel F. S., Davidoff D. C., Nahsan F. P., Flury S. ve Rodrigues J. A. (2010). Caries-preventive efficacy and retention of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant: a 3-year split-mouth randomised clinical trial. *Oral Health Prev Dent*, 8 (3), 261-268.
- Baseren N. M. ve Gokalp S. (2003). Validity of a laser fluorescence system (DIAGNOdent) for detection of occlusal caries in third molars: an in vitro study. *J Oral Rehabil*, 30 (12), 1190-1194.
- Beck J. R. ve Shultz E. K. (1986). The use of relative operating characteristic (ROC) curves in test performance evaluation. *Arch Pathol Lab Med*, 110 (1), 13-20.
- Ben-Aryeh H., Fisher M., Szargel R. ve Laufer D. (1990). Composition of whole unstimulated saliva of healthy children: changes with age. *Arch Oral Biol*, 35 (11), 929-931.
- Bengtson A. L., Gomes A. C., Mendes F. M., Cichello L. R., Bengtson N. G. ve Pinheiro S. L. (2005). Influence of examiner's clinical experience in detecting occlusal caries lesions in primary teeth. *Pediatr Dent*, 27 (3), 238-243.
- Berkovitz B. K. B., Holland G. R. ve Moxham B. J. (2002). Oral anatomy, embryology and histology: Mosby.

Bjelkhagen H., Sundstrom F., Angmar-Mansson B. ve Ryden H. (1982). Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. *Swed Dent J*, 6 (1), 1-7.

Boudreau G. E. ve Jerge C. R. (1976). The efficacy of sealant treatment in the prevention of pit and fissure dental caries: a review and interpretation of the literature. *The Journal of the American Dental Association*, 92 (2), 383-387.

Braga M. M., Mendes F. M., Martignon S., Ricketts D. N. ve 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 Res*, 43 (5), 405-412.

Brailsford S. R., Sheehy E. C., Gilbert S. C., Clark D. T., Kidd E. A., Zoitopoulos L. ve ark. (2005). The microflora of the erupting first permanent molar. *Caries Res*, 39 (1), 78-84.

Brettel D. S., Workman A., Ellwood R. P., Launders J. H., Horner K. ve Davies R. M. (1996). The imaging performance of a storage phosphor system for dental radiography. *Br J Radiol*, 69 (819), 256-261.

Bussaneli D. G., Restrepo M., Boldieri T., Pretel H., Mancini M. W., Santos-Pinto L. ve ark. (2015). Assessment of a new infrared laser transillumination technology (808 nm) for the detection of occlusal caries-an in vitro study. *Lasers Med Sci*, 30 (7), 1873-1879.

Caliskan Yanikoglu F., Ozturk F., Hayran O., Analoui M. ve Stookey G. K. (2000). Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries Res*, 34 (3), 225-232.

Casamassimo P. S., Fields Jr H. W., McTigue D. J. ve Nowak A. (2013). Pediatric dentistry: infancy through adolescence: Elsevier Health Sciences. S: 341-374.

Cawson R. A. ve Odell E. W. (2008). Cawson's Essentials of Oral Pathology and Oral Medicine: Elsevier Health Sciences UK.

Cengiz T. E. (1990). Endodonti. İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası.

- Chalas R., PIĄTEK D., WÓJCIK-CHEĆCIŃSKA I., ZUBRZYCKA-WRÓBEL J. ve BACHANEK T. (2013). AC-impedance spectroscopy and caries detection. *Curr. Iss. Pharm. Med. Sci*, 26 (3), 344-346.
- Chesters R. K., Pitts N. B., Matuliene G., Kvedariene A., Huntington E., Bendinskaite R. ve ark. (2002). An abbreviated caries clinical trial design validated over 24 months. *J Dent Res*, 81 (9), 637-640.
- Chung S., Fried D., Staninec M. ve Darling C. L. (2011). Near infrared imaging of teeth at wavelengths between 1200 and 1600 nm. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng*, 7884.
- Cortes D. F., Ekstrand K. R., Elias-Boneta A. R. ve Ellwood R. P. (2000). An in vitro comparison of the ability of fibre-optic transillumination, visual inspection and radiographs to detect occlusal caries and evaluate lesion depth. *Caries Res*, 34 (6), 443-447.
- Cortes D. F., Ellwood R. P. ve Ekstrand K. R. (2003). An in vitro comparison of a combined FOTI/visual examination of occlusal caries with other caries diagnostic methods and the effect of stain on their diagnostic performance. *Caries Res*, 37 (1), 8-16.
- Çelik E., Yazkan B. ve Katırcı G. (2011). Başlangıç çürük lezyonlarının tedavisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*, 21, 48-56.
- De Benedetto M. S., Morais C. C., Novaes T. F., de Almeida Rodrigues J., Braga M. M. ve 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. *Lasers Med Sci*, 26 (2), 157-162.
- de Farias D. G. ve Bezerra A. C. (2003). Salivary antibodies, amylase and protein from children with early childhood caries. *Clin Oral Investig*, 7 (3), 154-157.
- de Josselin de Jong E., Sundstrom F., Westerling H., Tranaeus S., ten Bosch J. J. ve Angmar-Mansson B. (1995). A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res*, 29 (1), 2-7.
- Dean J. A. (2015). *McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent*: Elsevier Health Sciences.

- Deery C., Iloya J., Nugent Z. J. ve Srinivasan V. (2006). Effect of placing a clear sealant on the validity and reproducibility of occlusal caries detection by a laser fluorescence device: an in vitro study. *Caries Res*, 40 (3), 186-193.
- DeLong E. R., DeLong D. M. ve Clarke-Pearson D. L. (1988). Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. *Biometrics*, 44 (3), 837-845.
- Dennison J. B. ve Hamilton J. C. (2005). Treatment decisions and conservation of tooth structure. *Dent Clin North Am*, 49 (4), 825-845, vii.
- Dezan C. C., Nicolau J., Souza D. N. ve Walter L. R. (2002). Flow rate, amylase activity, and protein and sialic acid concentrations of saliva from children aged 18, 30 and 42 months attending a baby clinic. *Arch Oral Biol*, 47 (6), 423-427.
- Diniz M. B., Lima L. M., Eckert G., Zandona A. G., Cordeiro R. C. ve Pinto L. S. (2011a). In vitro evaluation of ICDAS and radiographic examination of occlusal surfaces and their association with treatment decisions. *Oper Dent*, 36 (2), 133-142.
- Diniz M. B., Rodrigues J. A., de Paula A. B. ve Cordeiro Rde C. (2009a). In vivo evaluation of laser fluorescence performance using different cut-off limits for occlusal caries detection. *Lasers Med Sci*, 24 (3), 295-300.
- Diniz M. B., Rodrigues J. A., Hug I., Cordeiro Rde C. ve Lussi A. (2009b). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for occlusal caries detection. *Community Dent Oral Epidemiol*, 37 (5), 399-404.
- Diniz M. B., Sciasci P., Rodrigues J. A., Lussi A. ve Cordeiro R. C. (2011b). Influence of different professional prophylactic methods on fluorescence measurements for detection of occlusal caries. *Caries Res*, 45 (3), 264-268.
- Dirican A. (2001). Tanı testi performanslarının değerlendirilmesi ve kıyaslanması. *Cerrahpaşa J Med*, 32 (1), 25-30.
- 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.

- Downer M. C. (1989). Validation of methods used in dental caries diagnosis. *Int Dent J*, 39 (4), 241-246.
- Edgar W. M. (1992). Saliva: its secretion, composition and functions. *Br Dent J*, 172 (8), 305-312.
- Ekstrand K., Qvist V. ve Thylstrup A. (1987). Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res*, 21 (4), 368-374.
- Ekstrand K. R., Carvalho J. C. ve Thylstrup A. (1994). Restorative caries treatment patterns in Danish 20-year-old males in 1986 and 1991. *Community Dent Oral Epidemiol*, 22 (2), 75-79.
- Ekstrand K. R., Martignon S., Ricketts D. J. ve Qvist V. (2007). Detection and activity assessment of primary coronal caries lesions: a methodologic study. *Oper Dent*, 32 (3), 225-235.
- Ekstrand K. R., Nielsen L. A., Carvalho J. C. ve Thylstrup A. (1993). Dental plaque and caries on permanent first molar occlusal surfaces in relation to sagittal occlusion. *Scand J Dent Res*, 101 (1), 9-15.
- Ekstrand K. R., Ricketts D. N. ve 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.
- Elliott J. C. (1997). Structure, crystal chemistry and density of enamel apatites. *Ciba Found Symp*, 205, 54-67; discussion 67-72.
- Eronat N. ve Koparal E. (1997). Dental caries prevalence, dietary habits, tooth-brushing, and mother's education in 500 urban Turkish children. *Journal of Marmara University Dental Faculty*, 2 (4), 599-604.
- Featherstone J. D. (2000). The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc*, 131 (7), 887-899.
- Featherstone J. D. (2008). Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J*, 53 (3), 286-291.
- Fejerskov O. (2004). Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res*, 38 (3), 182-191.

- Fejerskov O. ve Kidd E. (2003). *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management*: Wiley.
- Fennis-Ie Y. L., Verdonschot E. H. ve van't Hof M. A. (1998). Performance of some diagnostic systems in the prediction of occlusal caries in permanent molars in 6- and 11-year-old children. *J Dent*, 26 (5-6), 403-408.
- Ferreira Zandona A. G., Analoui M., Beiswanger B. B., Isaacs R. L., Kafrawy A. H., Eckert G. J. ve ark. (1998). An in vitro comparison between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures. *Caries Res*, 32 (3), 210-218.
- Fouad A. F., Rivera E. M. ve Krell K. V. (1993). Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. *J Endod*, 19 (2), 63-67.
- Fracaro M. S., Seow W. K., McAllan L. H. ve Purdie D. M. (2001). The sensitivity and specificity of clinical assessment compared with bitewing radiography for detection of occlusal dentin caries. *Pediatr Dent*, 23 (3), 204-210.
- Francescut P., Zimmerli B. ve Lussi A. (2006). Influence of different storage methods on laser fluorescence values: a two-year study. *Caries Res*, 40 (3), 181-185.
- Fried D., Glena R. E., Featherstone J. D. ve Seka W. (1995). Nature of light scattering in dental enamel and dentin at visible and near-infrared wavelengths. *Appl Opt*, 34 (7), 1278-1285.
- Friedman J. ve Marcus M. I. (1970). Transillumination of the oral cavity with use of fiber optics. *J Am Dent Assoc*, 80 (4), 801-809.
- Garcia-Godoy F. ve Hicks M. J. (2008). Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. *J Am Dent Assoc*, 139 Suppl, 25S-34S.
- Gimenez T., Bittar D. G., Piovesan C., Guglielmi C. A., Fujimoto K. Y., Matos R. ve ark. (2013). Influence of examiner experience on clinical performance of visual inspection in detecting and assessing the activity status of caries lesions. *Oper Dent*, 38 (6), 583-590.

Gomez J., Tellez M., Pretty I. A., Ellwood R. P. ve Ismail A. I. (2013a). Non-cavitated carious lesions detection methods: a systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol*, 41 (1), 54-66.

Gomez J., Zakian C., Salsone S., Pinto S. C., Taylor A., Pretty I. A. ve ark. (2013b). In vitro performance of different methods in detecting occlusal caries lesions. *J Dent*, 41 (2), 180-186.

Guideline on management of the developing dentition and occlusion in pediatric dentistry. (2008). *Pediatr Dent*, 30 (7 Suppl), 184-195.

Gülhan A. (1977). *Pedodonti* (2. bs.). İstanbul: Yenilik Basımevi.

Gülhan A., Akıncı T. ve Uz M. (1991). 7-15 yaşlar arasındaki çocuklarda çürük sıklığı ve ağız hijyeni caries incidence and oral hygiene in children 7-15 years of age. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 25 (2), 101-105.

Gwinnett A. J. (1967). The ultrastructure of the "prismless" enamel of permanent human teeth. *Arch Oral Biol*, 12 (3), 381-388.

Gwinnett A. J. (1992). Structure and composition of enamel. *Oper Dent*, Suppl 5, 10-17.

Hall A. ve Girkin J. M. (2004). A review of potential new diagnostic modalities for caries lesions. *J Dent Res*, 83 Spec No C, C89-94.

Hanley J. A. ve McNeil B. J. (1983). A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology*, 148 (3), 839-843.

Hellwig E. ve Lussi A. (2001). What is the optimum fluoride concentration needed for the remineralization process? *Caries Res*, 35 Suppl 1, 57-59.

Heymann H. O., Swift Jr E. J. ve Ritter A. V. (2014). *Sturdevant's art & science of operative dentistry*: Elsevier Health Sciences.

Hibst R. ve Gall R. (1998). Development of a diode laser-based fluorescence caries detector. *Caries Research*, 32 (4), 294.

- Hicks J., Garcia-Godoy F. ve 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.
- Hintze H. ve Wenzel A. (1994). Clinically undetected dental caries assessed by bitewing screening in children with little caries experience. *Dentomaxillofac Radiol*, 23 (1), 19-23.
- Hintze H., Wenzel A. ve Larsen M. J. (1995). Stereomicroscopy, film radiography, microradiography and naked-eye inspection of tooth sections as validation for occlusal caries diagnosis. *Caries Res*, 29 (5), 359-363.
- Hosoya Y. ve Goto G. (1992). Resin adhesion to the ground primary enamel: influence of etching times and thermal cycling test. *J Clin Pediatr Dent*, 17 (1), 25-31.
- Htoon H. M., Peng L. L. ve Huak C. Y. (2007). Assessment criteria for compliance with oral hygiene: application of ROC analysis. *Oral Health Prev Dent*, 5 (2), 83-88.
- Huth K. C., Neuhaus K. W., Gygax M., Bucher K., Crispin A., Paschos E. ve ark. (2008). Clinical performance of a new laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions in permanent molars. *J Dent*, 36 (12), 1033-1040.
- Huysmans M. C. ve Longbottom C. (2004). The challenges of validating diagnostic methods and selecting appropriate gold standards. *J Dent Res*, 83 Spec No C, C48-52.
- Huysmans M. C., Longbottom C., Hintze H. ve Verdonschot E. H. (1998a). Surface-specific electrical occlusal caries diagnosis: reproducibility, correlation with histological lesion depth, and tooth type dependence. *Caries Res*, 32 (5), 330-336.
- Huysmans M. C., Longbottom C. ve Pitts N. (1998b). Electrical methods in occlusal caries diagnosis: An in vitro comparison with visual inspection and bite-wing radiography. *Caries Res*, 32 (5), 324-329.
- Iannucci J. M. ve Howerton L. J. (2006). *Dental Radiography: Principles and Techniques*: Saunders Elsevier.
- Ismail A. I., Sohn W., Tellez M., Amaya A., Sen A., Hasson H. ve ark. (2007). The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 35 (3), 170-178.

- Jablonski-Momeni A. ve 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.
- Jablonski-Momeni A., Ricketts D. N., Stachniss V., Maschka R., Heinzl-Gutenbrunner M. ve Pieper K. (2009). Occlusal caries: Evaluation of direct microscopy versus digital imaging used for two histological classification systems. *J Dent*, 37 (3), 204-211.
- Jablonski-Momeni A., Rosen S. M., Schipper H. M., Stoll R., Roggendorf M. J., Heinzl-Gutenbrunner M. ve ark. (2012). Impact of measuring multiple or single occlusal lesions on estimates of diagnostic accuracy using fluorescence methods. *Lasers Med Sci*, 27 (2), 343-352.
- Jablonski-Momeni A., Stachniss V., Ricketts D. N., Heinzl-Gutenbrunner M. ve Pieper K. (2008). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res*, 42 (2), 79-87.
- Jacobsen J. H., Hansen B., Wenzel A. ve Hintze H. (2004). Relationship between histological and radiographic caries lesion depth measured in images from four digital radiography systems. *Caries Res*, 38 (1), 34-38.
- Jones G. C., Jones R. S. ve Fried D. (2004). Transillumination of interproximal caries lesions with 830-nm light. *Biomedical Optics*, 5313, 17-22.
- Jones R., Huynh G., Jones G. ve Fried D. (2003). Near-infrared transillumination at 1310-nm for the imaging of early dental decay. *Opt Express*, 11 (18), 2259-2265.
- Juric H. (2013). Current possibilities in occlusal caries management. *Acta Med Acad*, 42 (2), 216-222.
- Karlsson L. (2010). Caries Detection Methods Based on Changes in Optical Properties between Healthy and Carious Tissue. *Int J Dent*, 2010, 270729.
- KaVo DIAGNOdent Pen 2190 User Instructions. (2006). KaVo, Biberach.
- Kavvadia K. ve Lagouvardos P. (2008). Clinical performance of a diode laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in primary teeth. *Int J Paediatr Dent*, 18 (3), 197-204.

- Kay E. J. ve Knill-Jones R. (1992). Variation in restorative treatment decisions: application of Receiver Operating Characteristic curve (ROC) analysis. *Community Dent Oral Epidemiol*, 20 (3), 113-117.
- Kerebel B., Daculsi G. ve Kerebel L. M. (1979). Ultrastructural studies of enamel crystallites. *J Dent Res*, 58 (Spec Issue B), 844-851.
- Keyes P. (1960). The infectious and transmissible nature of experimental dental caries: Findings and implications. *Archives of oral biology*, 1 (4), 304IN303-320IN304.
- Kidd E. (2005). *Essentials of Dental Caries: The Disease and Its Management*, 3rd Ed.: The Disease and Its Management: OUP Oxford.
- Kidd E. A., Ricketts D. N. ve Pitts N. B. (1993). Occlusal caries diagnosis: a changing challenge for clinicians and epidemiologists. *J Dent*, 21 (6), 323-331.
- Kidd E. A. M., Pickard H. M. ve Smith B. G. N. (1996). *Pickard's Manual of Operative Dentistry*: Oxford University Press.
- Korkut B., Arslantunalı Tağtekin D. ve Çalışkan Yanıkoğlu F. (2011). Early Diagnosis of Dental Caries and New Diagnostic Methods: QLF, Diagnodent, Electrical Conductance and Ultrasonic System. *EÜ Dişhek Fak Derg*, 32 (2), 55-67.
- Korner M., Weber C. H., Wirth S., Pfeifer K. J., Reiser M. F. ve Treitl M. (2007). Advances in digital radiography: physical principles and system overview. *Radiographics*, 27 (3), 675-686.
- Kotsanos N. ve Darling A. I. (1991). Influence of post-eruptive age of enamel on its susceptibility to artificial caries. *Caries Res*, 25 (4), 241-250.
- König K. G. (1963). Dental morphology in relation to caries resistance with special reference to fissures as susceptible areas. *Journal of dental research*, 42 (1), 461-476.
- Kuhnisch J., Bucher K., Henschel V. ve Hickel R. (2007a). Reproducibility of DIAGNOdent 2095 and DIAGNOdent Pen measurements: results from an in vitro study on occlusal sites. *Eur J Oral Sci*, 115 (3), 206-211.
- Kuhnisch J., Bucher K. ve Hickel R. (2007b). The intra/inter-examiner reproducibility of the new DIAGNOdent Pen on occlusal sites. *J Dent*, 35 (6), 509-512.

- Kuhnisch J., Dietz W., Stosser L., Hickel R. ve Heinrich-Weltzien R. (2007c). Effects of dental probing on occlusal surfaces--a scanning electron microscopy evaluation. *Caries Res*, 41 (1), 43-48.
- Kuhnisch J., Ifland S., Tranaeus S., Hickel R., Stosser L. ve Heinrich-Weltzien R. (2007d). In vivo detection of non-cavitated caries lesions on occlusal surfaces by visual inspection and quantitative light-induced fluorescence. *Acta Odontol Scand*, 65 (3), 183-188.
- Kuhnisch J., Sochtig F., Pitchika V., Laubender R., Neuhaus K. W., Lussi A. ve ark. (2016). In vivo validation of near-infrared light transillumination for interproximal dentin caries detection. *Clin Oral Investig*, 20 (4), 821-829.
- Kulak-Özkan Y., Ozkan Y., Kazazoglu E. ve Arikan A. (2001). Dental caries prevalence, tooth brushing and periodontal status in 150 young people in Istanbul: A pilot study. *International dental journal*, 51 (6), 451-456.
- Larsen M. J. (1990). Chemical events during tooth dissolution. *J Dent Res*, 69 Spec No, 575-580; discussion 634-576.
- Leal A. M., Serra K. G., Queiroz R. C., Araujo M. A. ve Maia Filho E. M. (2013). Fear and/or anxiety of children and parents associated with the dental environment. *Eur J Paediatr Dent*, 14 (4), 269-272.
- Lee C., Darling C. L. ve Fried D. (2010). In vitro near-infrared imaging of occlusal dental caries using germanium enhanced CMOS camera. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng*, 7549.
- Lennon A. M. (2003). Fluorescence-aided caries excavation (FACE) compared to conventional method. *Oper Dent*, 28 (4), 341-345.
- Lennon A. M., Attin T., Martens S. ve Buchalla W. (2009). Fluorescence-aided caries excavation (FACE), caries detector, and conventional caries excavation in primary teeth. *Pediatr Dent*, 31 (4), 316-319.
- Lin Y. T., Lin W. H. ve Lin Y. T. (2011). Twelve-month space changes after premature loss of a primary maxillary first molar. *Int J Paediatr Dent*, 21 (3), 161-166.

- Longbottom C. ve Huysmans M. C. (2004). Electrical measurements for use in caries clinical trials. *J Dent Res*, 83 Spec No C, C76-79.
- Ludlow J. B., Platin E. ve Mol A. (2001). Characteristics of Kodak Insight, an F-speed intraoral film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 91 (1), 120-129.
- Lussi A. (1991). Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res*, 25 (4), 296-303.
- Lussi A. (1993). Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res*, 27 (5), 409-416.
- 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.
- Lussi A. ve Francescut P. (2003). Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res*, 37 (1), 2-7.
- Lussi A., Hack A., Hug I., Heckenberger H., Megert B. ve Stich H. (2006). Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device. *Caries Res*, 40 (2), 97-103.
- Lussi A. ve Hellwig E. (2006). Performance of a new laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in vitro. *J Dent*, 34 (7), 467-471.
- Lussi A., Hibst R. ve Paulus R. (2004). DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res*, 83 Spec No C, C80-83.
- Lussi A., Imwinkelried S., Pitts N., Longbottom C. ve Reich E. (1999). Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res*, 33 (4), 261-266.
- Lussi A., Longbottom C., Gygax M. ve Braig F. (2005). Influence of professional cleaning and drying of occlusal surfaces on laser fluorescence in vivo. *Caries Res*, 39 (4), 284-286.
- Lussi A., Megert B., Longbottom C., Reich E. ve Francescut P. (2001). Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci*, 109 (1), 14-19.

- Lussi A. ve 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.
- Magni E., Coniglio I., Radovic I., Goracci C., Ilie N., Hickel R. ve ark. (2009). Effect of diagnostic method and operator's experience on the detection of occlusal caries in posterior permanent teeth: an in vivo pilot study. *International Dentistry South Africa*, 11 (1), 32-40.
- Marinova-Takorova M., Anastasova R. ve Panov V. E. (2014). Comparative evaluation of the effectiveness of five methods for early diagnosis of occlusal caries lesions—in vitro study. *Journal of IMAB—Annual Proceeding Scientific Papers*, 20 (3), 533-536.
- Marsh P. D. (1999). Microbiologic aspects of dental plaque and dental caries. *Dent Clin North Am*, 43 (4), 599-614, v-vi.
- Marshall G. W., Jr., Marshall S. J., Kinney J. H. ve Balooch M. (1997). The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent*, 25 (6), 441-458.
- Marthaler TM. (2004). Changes in dental caries 1953- 2003. *Caries Res*, 38, 173-81.
- Matalon S., Feuerstein O., Calderon S., Mittleman A. ve Kaffe I. (2007). Detection of cavitated carious lesions in approximal tooth surfaces by ultrasonic caries detector. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 103 (1), 109-113.
- Matos R., Novaes T. F., Braga M. M., Siqueira W. L., Duarte D. A. ve Mendes F. M. (2011). Clinical performance of two fluorescence-based methods in detecting occlusal caries lesions in primary teeth. *Caries Res*, 45 (3), 294-302.
- McComb D. ve Tam L. E. (2001). Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional methods. *J Can Dent Assoc*, 67 (8), 454-457.
- Mendes F. ve Braga M. (2013). Caries detection in primary teeth is less challenging than in permanent teeth. *Dental Hypotheses*, 4 (1), 17-20.
- Miller W. D. (1890). *The Micro-organisms of the Human Mouth*, Philadelphia, SS White Dent. Mfg. Co.

- Miller W. D. (1891). The human mouth as a focus of infection. *The Lancet*, 138 (3546), 340-342.
- Mitropoulos P., Rahiotis C., Stamatakis H. ve Kakaboura A. (2010). Diagnostic performance of the visual caries classification system ICDAS II versus radiography and micro-computed tomography for proximal caries detection: an in vitro study. *J Dent*, 38 (11), 859-867.
- Mjor I. A. (2009). Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Braz Dent J*, 20 (1), 3-16.
- Mjör I. A. ve Hörsted-Bindslev P. (1988). Modern concepts in operative dentistry: Munksgaard.
- Mortensen D., Dannemand K., Twetman S. ve 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.
- Mortimer K. V. (1970). The relationship of deciduous enamel structure to dental disease. *Caries Res*, 4 (3), 206-223.
- Mouyen F., Benz C., Sonnabend E. ve Lodter J. P. (1989). Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 68 (2), 238-242.
- Neuhaus K. W., Ellwood R., Lussi A. ve Pitts N. B. (2009). Traditional lesion detection aids. *Monogr Oral Sci*, 21, 42-51.
- Neuhaus K. W. ve Lussi A. (2016). New Caries Diagnostic Methods. Goldberg, M. (Haz.). *Understanding Dental Caries: From Pathogenesis to Prevention and Therapy*. Cham: Springer International Publishing. S: 53-61.
- Neuhaus K. W., Rodrigues J. A., Hug I., Stich H. ve 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.
- Newbrun E. (1989). *Cariology*: Quintessence Publishing Company.
- Newbrun E. (1993). Problems in caries diagnosis. *Int Dent J*, 43 (2), 133-142.

Ng S. Y., Ferguson M. W., Payne P. A. ve Slater P. (1988). Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth: a new method for detecting early caries. *J Dent*, 16 (5), 201-209.

Nyvad B. ve Fejerskov O. (1997). Assessing the stage of caries lesion activity on the basis of clinical and microbiological examination. *Community Dent Oral Epidemiol*, 25 (1), 69-75.

Obuchowski N. A. (2003). Receiver operating characteristic curves and their use in radiology. *Radiology*, 229 (1), 3-8.

Özer L., Bilgin Z., Özalp N. ve Sarı Ş. (2003). Ankara ilinde 5-11 yaş grubu okul çocuklarında çürük prevalansının değerlendirilmesi. *AÜ Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30 (20), 133-139.

Parks E. T. (2008). Digital radiographic imaging: is the dental practice ready? *J Am Dent Assoc*, 139 (4), 477-481.

Parvinen T. ve Larmas M. (1981). The relation of stimulated salivary flow rate and pH to Lactobacillus and yeast concentrations in saliva. *J Dent Res*, 60 (12), 1929-1935.

Pereira A. C., Eggertsson H., Martinez-Mier E. A., Mialhe F. L., Eckert G. J. ve Zero D. T. (2009). Validity of caries detection on occlusal surfaces and treatment decisions based on results from multiple caries-detection methods. *Eur J Oral Sci*, 117 (1), 51-57.

Petersen P. E., Bourgeois D., Ogawa H., Estupinan-Day S. ve Ndiaye C. (2005). The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ*, 83 (9), 661-669.

Pitts N. B. ve Stamm J. W. (2004). International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT)--final consensus statements: agreeing where the evidence leads. *J Dent Res*, 83 Spec No C, C125-128.

Poorterman J. H., Weerheijm K. L., Groen H. J. ve Kalsbeek H. (2000). Clinical and radiographic judgement of occlusal caries in adolescents. *Eur J Oral Sci*, 108 (2), 93-98.

- Pourhashemi S. J., Jafari A., Motahhari P., Panjnoosh M., Kharrazi Fard M. J., Sanati I. ve ark. (2009). An in-vitro comparison of visual inspection, bite-wing radiography, and laser fluorescence methods for the diagnosis of occlusal caries. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 27 (2), 90-93.
- Pretty I. A. (2006). Caries detection and diagnosis: novel technologies. *J Dent*, 34 (10), 727-739.
- Qudeimat M. A., Alomari Q. D., Altarakemah Y., Alshawaf N. ve Honkala E. J. (2016). Variables affecting the inter- and intra-examiner reliability of ICDAS for occlusal caries diagnosis in permanent molars. *J Public Health Dent*, 76 (1), 9-16.
- Rathore S., Tyndall D., Wright J. ve Everett E. (2012). Ex vivo comparison of Galileos cone beam CT and intraoral radiographs in detecting occlusal caries. *Dentomaxillofac Radiol*, 41 (6), 489-493.
- Rasmus T. F. ve Williamson G. F. (1996). *Current Oral and Maxillofacial Imaging*: Saunders.
- Riccelli A. E. ve Kelly L. S. (2006). Prevention strategies for dental caries in the adolescent. *Dent Clin North Am*, 50 (1), 33-49, vi.
- Roberson T., Heymann H. O. ve Swift E. J. (2006). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*: Elsevier Health Sciences.
- Robinson C., Shore R. C., Brookes S. J., Strafford S., Wood S. R. ve Kirkham J. (2000). The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med*, 11 (4), 481-495.
- Rocha R. O., Ardenghi T. M., Oliveira L. B., Rodrigues C. R. ve 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.
- Rock W. P. ve Kidd E. A. (1988). The electronic detection of demineralisation in occlusal fissures. *Br Dent J*, 164 (8), 243-247.
- Rodrigues J. A., Diniz M. B., Josgrilberg E. B. ve Cordeiro R. C. (2009). In vitro comparison of laser fluorescence performance with visual examination for detection of occlusal caries in permanent and primary molars. *Lasers Med Sci*, 24 (4), 501-506.

- Rodrigues J. A., Hug I., Diniz M. B. ve Lussi A. (2008). Performance of fluorescence methods, radiographic examination and ICDAS II on occlusal surfaces in vitro. *Caries Res*, 42 (4), 297-304.
- Rodrigues J. A., Hug I., Neuhaus K. W. ve Lussi A. (2011). Light-emitting diode and laser fluorescence-based devices in detecting occlusal caries. *J Biomed Opt*, 16 (10), 107003.
- Rodrigues J. A., Neuhaus K. W., Diniz M. B., Hug I., Stich H., Karlsson L. ve ark. (2012). Comparison among gold standard techniques used for the validation of methods for occlusal caries detection. *Microsc Res Tech*, 75 (5), 605-608.
- Rodrigues J. A., Neuhaus K. W., Hug I., Stich H., Seemann R. ve Lussi A. (2010). In vitro detection of secondary caries associated with composite restorations on approximal surfaces using laser fluorescence. *Oper Dent*, 35 (5), 564-571.
- Roulet J. F., Wilson N. H. F. ve Fuzzi M. (2001). *Advances in Operative Dentistry: Contemporary clinical practice*: Quintessence Publishing Company.
- Saliva: its role in health and disease. Working Group 10 of the Commission on Oral Health, Research and Epidemiology (CORE). (1992). *Int Dent J*, 42 (4 Suppl 2), 287-304.
- Sardana V., Deshpande S. D., Indushekar K. ve Aswini Y. (2011). Missed, Concealed And Obscured Aspects Of Caries Prevention-Legacy For The Future. *Indian Journal of Dental Sciences*, 3 (2), 44.
- Sasaki T. ve Garant P. R. (1996). Structure and organization of odontoblasts. *Anat Rec*, 245 (2), 235-249.
- Scarfe W. C., Potter B. J. ve Farman A. G. (1996). Effects of instruction on the knowledge, attitudes and beliefs of dental students towards digital radiography. *Dentomaxillofac Radiol*, 25 (2), 103-108.
- Schneiderman A., Elbaum M., Shultz T., Keem S., Greenebaum M. ve Driller J. (1997). Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res*, 31 (2), 103-110.

- Selwitz R. H., Ismail A. I. ve Pitts N. B. (2007). Dental caries. *The Lancet*, 369 (9555), 51-59.
- Seow W. K. (2014). Developmental defects of enamel and dentine: challenges for basic science research and clinical management. *Aust Dent J*, 59 Suppl 1, 143-154.
- Seremidi K., Lagouvardos P. ve Kavvadia K. (2012). Comparative in vitro validation of VistaProof and DIAGNOdent pen for occlusal caries detection in permanent teeth. *Oper Dent*, 37 (3), 234-245.
- Shi X. Q., Welander U. ve Angmar-Mansson B. (2000). Occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent and radiography: an in vitro comparison. *Caries Res*, 34 (2), 151-158.
- Shoab L., Deery C., Ricketts D. N. ve Nugent Z. J. (2009). Validity and reproducibility of ICDAS II in primary teeth. *Caries Res*, 43 (6), 442-448.
- Simmelink J. ve Piesco N. (1994). Histology of enamel (pp. 228-241): Thieme, New York.
- Simmer J. P. ve Hu J. C. (2001). Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. *J Dent Educ*, 65 (9), 896-905.
- Singh R., Tandon S., Rathore M., Tewari N., Singh N. ve Shitoot A. P. (2016). Clinical performance of ICDAS II, radiovisiography, and alternating current impedance spectroscopy device for the detection and assessment of occlusal caries in primary molars. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 34 (2), 152-158.
- Sisodia N. ve Manjunath M. K. (2014). Impact of low level magnification on incipient occlusal caries diagnosis and treatment decision making. *J Clin Diagn Res*, 8 (8), ZC32-35.
- Sochtig F., Hickel R. ve Kuhnisch J. (2014). Caries detection and diagnostics with near-infrared light transillumination: clinical experiences. *Quintessence Int*, 45 (6), 531-538.
- Souza J. F., Boldieri T., Diniz M. B., Rodrigues J. A., Lussi A. ve Cordeiro R. C. (2013). Traditional and novel methods for occlusal caries detection: performance on primary teeth. *Lasers Med Sci*, 28 (1), 287-295.

- Souza-Zaroni W. C., Ciccone J. C., Souza-Gabriel A. E., Ramos R. P., Corona S. A. ve Palma-Dibb R. G. (2006). Validity and reproducibility of different combinations of methods for occlusal caries detection: an in vitro comparison. *Caries Res*, 40 (3), 194-201.
- Sridhar N., Tandon S. ve Rao N. (2009). A comparative evaluation of DIAGNOdent with visual and radiography for detection of occlusal caries: an in vitro study. *Indian J Dent Res*, 20 (3), 326-331.
- Staninec M., Lee C., Darling C. L. ve Fried D. (2010). In vivo near-IR imaging of approximal dental decay at 1,310 nm. *Lasers Surg Med*, 42 (4), 292-298.
- Stookey G. K., Jackson R. D., Zandona A. G. ve Analoui M. (1999). Dental caries diagnosis. *Dent Clin North Am*, 43 (4), 665-677, vi.
- Sumikawa D. A., Marshall G. W., Gee L. ve Marshall S. J. (1999). Microstructure of primary tooth dentin. *Pediatr Dent*, 21 (7), 439-444.
- Summitt J. B., Robbins J. W. ve Schwartz R. S. (2001). *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*: Quintessence Publishing Company.
- Swift E. J., Jr., Perdigao J. ve Heymann H. O. (1995). Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*, 26 (2), 95-110.
- Tam L. E. ve McComb D. (2001). Diagnosis of occlusal caries: Part II. Recent diagnostic technologies. *J Can Dent Assoc*, 67 (8), 459-463.
- Tassery H. ve Manton D. J. (2016). *Detection and Diagnosis of Carious Lesions. Evidence-Based Caries Prevention*. Springer. S: 13-39.
- Ten Bosch J. J. ve Angmar-Mansson B. (1991). A review of quantitative methods for studies of mineral content of intra-oral caries lesions. *J Dent Res*, 70 (1), 2-14.
- Ten Cate J. M., Larsen M. J., Pearce E. ve Fejerskov O. (2003). Chemical interactions between the tooth and oral fluids. *Dental Caries. The Disease and Its Clinical Management. Copenhagen, Blackwell Munksgaard*, 49-70.
- ten Cate J. M. ve van Loveren C. (1999). Fluoride mechanisms. *Dent Clin North Am*, 43 (4), 713-742, vii.

- Teo T. K., Ashley P. F. ve 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.
- Thylstrup A. ve Fejerskov O. (1994). Textbook of clinical cariology: Munksgaard.
- Tinanoff N., Kanellis M. J. ve Vargas C. M. (2002). Current understanding of the epidemiology mechanisms, and prevention of dental caries in preschool children. *Pediatr Dent*, 24 (6), 543-551.
- Tveit A. B., Espelid I. ve Fjelltveit A. (1994). Clinical diagnosis of occlusal dentin caries. *Caries Res*, 28 (5), 368-372.
- Umemori S., Tonami K.-i., Nitta H., Mataka S. ve Araki K. (2010). The Possibility of Digital Imaging in the Diagnosis of Occlusal Caries. *International Journal of Dentistry*, 2010.
- Usha M., Deepak V., Venkat S. ve Gargi M. (2007). Treatment of severely mutilated incisors: a challenge to the pedodontist. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 25 Suppl, S34-36.
- van der Stelt P. F. (2005). Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc*, 136 (10), 1379-1387.
- van Dorp C. S., Exterkate R. A. ve ten Cate J. M. (1988). The effect of dental probing on subsequent enamel demineralization. *ASDC J Dent Child*, 55 (5), 343-347.
- Verdonschot E. H., Bronkhorst E. M., Burgersdijk R. C., Konig K. G., Schaeken M. J. ve Truin G. J. (1992). Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries Res*, 26 (1), 59-64.
- Verdonschot E. H. ve van der Veen M. H. (2002). [Lasers in dentistry 2. Diagnosis of dental caries with lasers]. *Ned Tijdschr Tandheelkd*, 109 (4), 122-126.
- Verdonschot E. H., Wenzel A. ve Bronkhorst E. M. (1993). Applicability of Receiver Operating Characteristic (ROC) analysis on discrete caries depth ratings. *Community Dent Oral Epidemiol*, 21 (5), 269-272.

- Versteeg C. H., Sanderink G. C. ve van der Stelt P. F. (1997). Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent*, 25 (3-4), 215-224.
- Watt R. G. (2002). Emerging theories into the social determinants of health: implications for oral health promotion. *Community Dent Oral Epidemiol*, 30 (4), 241-247.
- Weerheijm K. L., Groen H. J., Bast A. J., Kieft J. A., Eijkman M. A. ve van Amerongen W. E. (1992). Clinically undetected occlusal dentine caries: a radiographic comparison. *Caries Res*, 26 (4), 305-309.
- Weerheijm K. L., Kidd E. A. ve Groen H. J. (1997). The effect of fluoridation on the occurrence of hidden caries in clinically sound occlusal surfaces. *Caries Res*, 31 (1), 30-34.
- Wefel J. S. ve Harless J. D. (1984). Comparison of artificial white spots by microradiography and polarized light microscopy. *J Dent Res*, 63 (11), 1271-1275.
- Wenzel A. (2004). Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res*, 83 Spec No C, C72-75.
- Wenzel A. ve Hintze H. (1999). The choice of gold standard for evaluating tests for caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol*, 28 (3), 132-136.
- Wenzel A. ve Verdonschot E. H. (1994). Some considerations in the evaluation of diagnostic tests in dentistry. *Dentomaxillofac Radiol*, 23 (4), 179-182.
- Whaites E. (2002). *Essentials of Dental Radiography and Radiology*: Churchill Livingstone.
- Wojcik-Checinska I., Mojsym A., Loj-Maczulska A. ve Chalas R. (2015). Specifics of proximal caries and their diagnostics in posterior teeth. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences*, 28 (2), 92-96.
- Wuehrmann A. H. ve Manson-Hing L. R. (1973). *Dental radiology*: Mosby.
- Young D. A. (2002). New caries detection technologies and modern caries management: merging the strategies. *Gen Dent*, 50 (4), 320-331.

Young D. A. ve Featherstone J. D. (2005). Digital imaging fiber-optic trans-illumination, F-speed radiographic film and depth of approximal lesions. *J Am Dent Assoc*, 136 (12), 1682-1687.

Zandona A. F. ve Zero D. T. (2006). Diagnostic tools for early caries detection. *J Am Dent Assoc*, 137 (12), 1675-1684; quiz 1730.

Zavala-Alonso V., Aguilera-Flores R., Patino-Marin N., Martinez-Castanon G. A., Anusavice K. J. ve Loyola-Rodriguez J. P. (2011). Nanostructure evaluation of healthy and fluorotic dentin by atomic force microscopy before and after phosphoric acid etching. *Dent Mater J*, 30 (4), 546-553.

Zero D. T. (1999). Dental caries process. *Dental Clinics of North America*, 43 (4), 635-664.

Zero D. T., Fontana M., Martinez-Mier E. A., Ferreira-Zandona A., Ando M., Gonzalez-Cabezas C. ve ark. (2009). The biology, prevention, diagnosis and treatment of dental caries: scientific advances in the United States. *J Am Dent Assoc*, 140 Suppl 1, 25S-34S.

Zheng L., Hilton J. F., Habelitz S., Marshall S. J. ve Marshall G. W. (2003). Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. *Eur J Oral Sci*, 111 (3), 243-252.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Koray SÜRME

Doğum Yeri : Kayseri

Doğum Tarihi : 10.04.1989

Yabancı Dili : İngilizce

E-mail : dt.koray@hotmail.com

İletişim Bilgileri : Güzelyalı Mah. Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Diş Hekimliği	Gazi Üniversitesi	2007-2012
Uzmanlık	Pedodonti (Çocuk Diş Hekimliği)	Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2013-

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör.	Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı	2013-

Ulusal ve uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan bildiri kitabında basılan bildiriler

Kanyılmaz T., Güler Ç., Beldüz Kara N., Sürme K., “Prevalance Of Teeth Number Abnormalities In Ordu, Turkey”, 8th International Congress Of Mediterranean Societies Of Pediatric Dentistry, İstanbul, 2014. (Poster Sunumu)

Sürme K., Güler Ç., Beldüz Kara N., Benkli Y.A., Kanyılmaz T., Odabaşı D., “Ön Çapraz Kapanışın Hareketli Ortodontik Apareyler İle Düzeltilmesi: Bir Olgu Serisi”, 21. Türk Pedodonti Derneği Kongresi, İstanbul, 2014. (Poster Sunumu)

Sürme K., Kanyılmaz T., Beldüz Kara N., Güler Ç., “RİGA-FEDE Hastalığı: Sublingual Travmatik Ulserasyonu (Bir Olgu Sunumu)”, 22. Türk Pedodonti Derneği Kongresi, Girne, KKTC, 2015. (Poster Sunumu)