



TÜRKİYE CUMHURİYETİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİNİN DİŞ DOKU KAYBI VE BAĞLANMA ÜZERİNDEKİ ROLÜ

ÖZLEM KANAR

UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

PROF DR DİLEK TAĞTEKİN

İSTANBUL-2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarında etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilemeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesinde aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Özlem Kanar

İmza

TEŞEKKÜR

Lisans tezimden bugüne birlikte çalıştığımız için kendimi şanslı hissettiğim, her konuda bilgi ve tecrübesine danıştığım, bana sabır, içtenlik ve özveriyle yol gösteren değerli hocam ve tez danışmanım sayın Prof. Dr. Dilek TAĞTEKİN'e

Uzmanlık eğitimim süresince her konuda güven ve desteğini hissettiğim, bana sorumluluklar vererek yol gösteren, bölümümüzü huzurlu bir aileye dönüştüren anabilim dalı başkanı hocam sayın Prof. Dr. Cafer TÜRKMEN'e

İlgi ve desteğini her zaman hissettiğim, birlikte çalışma şansına sahip olduğum, tez jürimde yer alan kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Funda YANIKOĞLU'na,

Güler yüzlerini esirgemeyen, sorularımı sabır ve anlayışla cevaplayarak uzmanlık eğitimime ve akademik gelişimime katkıda bulunan Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Doç. Dr. Bilge TARÇIN, Doç. Dr. Pınar YILMAZ ATALI, Doç. Dr. Bora KORKUT, Dr. Öğr. Üyesi Gülçin BİLGİN GÖÇMEN, Dr. Öğretim Üyesi Ayşe Aslı ŞENOL ve Dr. Öğr. Üyesi Ezgi TÜTER BAYRAKTAR'a,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte yürüdüğümüz ve beraber çalışmaktan keyif aldığım Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'ndaki tüm çalışma arkadaşlarıma,

Uzmanlık tez çalışmamda ağız içi tarayıcılarını kullanmama olanak sağlayan ALIGN TECHNOLOGY, DENTSPLY SIRONA, STRAUMANN ve 3SHAPE firmalarına,

Ağız dışı tarayıcıyı kullanmama yardımcı olan fakültemiz Diş Protez teknikeri Oktay Temur'a

Tez çalışmamın hacim hesaplamalarında teknik bilgileriyle destek olan Makine Mühendisi Tolga Yazıcı'ya ve Bilgisayar Mühendisi Özgen Yazıcı'ya

Bu günleri yaşayabilmem için en büyük emekleri üstlenen, kararlarımı her zaman destekleyen, beni sevgiyle büyüten canım annem Sibel Elibol ve babam Cevat Elibol'a, erkek kardeşim Metehan Elibol'a. Yol arkadaşım, destekçim, sevgili eşim Çağrı Kanar'a

En içten teşekkürlerimi sunarım...

Bu tez çalışması Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından TDH-2022-10353 numaralı proje ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

BEYAN	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR VE SİMGELER	vi
TABLO İNDEKSİ.....	viii
ŞEKİL İNDEKSİ.....	x
RESİM İNDEKSİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Diş Minesinin Yapısı.....	3
2.2. Mikrobiyal Dental Plak ve Çürük Oluşumu.....	3
2.3 Diş Çürüklerinin Sınıflandırılması	5
2.3.1 Mine çürüğü	6
2.3.2 Dentin çürüğü	8
2.3.2.1.1 Enfekte dentin	8
2.3.2.1.2 Turbid (Bulanık) dentin.....	9
2.3.2.1.3 Saydam (Transparant) dentin	9
2.4. Çürük Sınıflamasında Kullanılan Uluslararası Sistemler.....	10
2.4.1. Black sınıflama sistemi	10
2.4.2. Amerikan Diş Hekimleri Birliği çürük sınıflama sistemi (ADA-CCS).....	10
2.4.2.2. Çürüğün aktivitesine Göre	11
2.4.3 Mount-Hume sistemi	12
2.4.4 Dünya Sağlık Örgütü (Who-Dsö) DMFT indeksi.....	12
2.4.5 Taraf-Aşama (Site-Stage=SI/STA) Bazlı Sınıflama Sistemi	12
2.4.6 Çürük Değerlendirme Skalas ve Tedavi indeksi (CAST)	12
2.4.7 Uluslararası Çürük Sınıflandırma ve Yönetim Sistemi (ICCMS).	13
2.4.8 Nyvad sistemi	13

2.4.9 Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi (ICDAS) ...	15
2.4.10 ICDAS II	16
2.5. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri	23
2.5.1 Atravmatik restoratif tedavi (Art) uygulaması	23
2.5.2 Mekanik döner aletler.....	24
2.5.3 Kemo-mekanik yöntem	26
2.5.4 Sonik ve ultrasonik cihazlar (sono- abrazyon).....	28
2.5.5 Air abrazyon yöntemi.....	29
2.5.6 Floresans destekli çürük uzaklaştırma yöntemi (FACE).....	30
2.5.7 Fotoablasyon yöntemleri (lazerler)	30
2.6. Çürük Uzaklaştırma Etkinliğinin Belirlenmesi	31
2.6.1 Görsel ve dokunsal muayene.....	31
2.6.2 Çürük tespit boyaları	32
2.6.2 Lazer floresans	32
2.7. Hacim Kaybının Değerlendirilmesi.....	33
2.7.1 Üç boyutlu değerlendirme	33
2.8. Güncel Dental Tarayıcılar	35
2.8.1 Ağız içi tarayıcılar	35
2.8.3 Ağız dışı dental tarayıcılar	39
2.9. Hacimsel Değerlendirmede Kullanılan Yazılımlar	42
2.9.1 3D Doctor	42
2.9.2 Dolphin 3D	42
2.9.3 inVivo Dental	42
2.9.4 Meshmixer (Autodesk, Kaliforniya, ABD).....	43
2.9.5 Mimics.....	43
2.9.6 InVesalius.....	43
2.9.7 Planmeca Romexis	43
2.9.8 Geomagic (Kuzey Karolina, ABD).....	44
2.9.10 Solidworks (Concord, Massachusetts, ABD).....	44
2.10 Adeziv Diş Hekimliği.....	44
2.11 Yapay Yaşlandırma Yöntemleri	45
2.11.1 Isısal döngü ile yaşlandırma	45
2.11.2 Suda bekletme ile yaşlandırma.....	45
2.11.3 Oklüzal yükleme ile yaşlandırma	45
2.11.4 NaOCl solüsyonunda bekletme ile yaşlandırma	46

2.12 Bağlanma Dayanım Testleri.....	46
2.12.1 Makaslama bağlanma dayanımı testi	47
2.12.3 Çekme bağlanma dayanımı testi	48
2.12.4 Mikromakaslama Bağlanma Dayanımı Testi.....	48
2.12.5 Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testi (μ TBS)	48
3. GEREÇ VE YÖNTEM	50
3.1. Çalışmanın yer ve zamanı	50
3.2 Gereç	50
3.3 Yöntem	51
3.3.1 Çalışmaya alınan diş örneklerinin seçimi ve hazırlanması	53
3.3.2 Çürük uzaklaştırma	58
3.3.3 Çürük uzaklaştırma sonrası taramalarının yapılması	60
3.3.4 Hacim ölçümlerinin yapılması	64
3.3.5 Restorasyon	65
3.3.6 Mikrogerilim testi için örneklerin hazırlanması.....	68
3.3.7 Mikrogerilim testi.....	69
3.3.8 Stereomikroskop ile kopma yüzeylerinin incelenmesi.....	71
3.4 İstatistiksel Analiz	73
4. BULGULAR.....	74
5. TARTIŞMA	94
6. SONUÇLAR	110
7. KAYNAKLAR	112
8. EKLER	123
9. ÖZGEÇMİŞ	123

KISALTMALAR VE SİMGELER

° : Derece

%: Yüzde

°C: Santigrat derece

ADA: Amerikan Diş Hekimleri birliği

ADA-CCS: Amerikan Diş Hekimleri Birliği-Çürük Sınıflama Sistemi

BT/ CT: Bilgisayarlı tomografi

CAD: Bilgisayar Destekli Tasarım

CAD/CAM: (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing)

CAM: Bilgisayar Destekli Üretim

CAST: Çürük Değerlendirme Skalası ve Tedavi indeksi

CBCT/ KIBT: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi

cm² : Santimetre kare

dk: Dakika

DMFT: Çürük, kayıp ve dolgulu diş sayısı

DSÖ/WHO: Dünya Sağlık Örgütü

ICDAS: Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi

ICCMS: Uluslararası Çürük Sınıflandırması ve Yönetim Sistemi

ISO: Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu

FACE: Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma

MPa: Megapaskal

LED: Light Emitting Diode

P: Anlamlılık düzeyi

mm: Milimetre

mm²: Milimetre kare

mm³: Milimetre küp

N: Newton

sn: Saniye

µm: Mikrometre

stl: Standart Triangle Language

obj: Wavefront Obje Dosyası

ply: Stanford Üçgen Biçimi

CO₂: Karbon Dioksit

Er:YAG: Erbium, Yttrium, Aluminyum, Garnet

Er, Cr: YSGG : Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine

PET: Pozitron Emisyon Tomografisi

MR: Manyetik Rezonans Görüntüleme

PAA: Poliakrilik asit

BAC: Biyoaktif Cam

TKF: Tungsten karbit frez

10- MDP: 10- Metakriloloksidösil Dihidrojen Fosfat

4- MET: 4- Metakriloiloksietil Karbonil Ftalik Asit

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

TABLO İNDEKSİ

Tablo 1. Hasta düzeyindeki mevcut çürük aktivite durumu (Gürçan,2018)..	13
Tablo 2. Nyvad sistemine göre skorlar ve açıklamaları (Braga ve ark., 2010)	14
Tablo 3. Pit ve Fissürler için çürük belirleme kriterlerinin detaylı olarak tanımlanması (Gugnani ve ark., 2011, Shivakumar ve ark., 2009b).....	18
Tablo 4. Düz yüzeyler (Mesial-distal) için çürük teşhis kriterlerinin detaylı olarak tanımlanması	19
Tablo 5. Dişin yüzeylerine göre (bukkal-lingual-palatinal) çürük belirleme kriterlerinin detaylı olarak tanımlanması	20
Tablo 6. ICDAS II'de restorasyon/örtücü için önerilen kodlama sistemi	21
Tablo 7. ICDAS II'de restorasyon/örtücü için önerilen kodlama sistemi	22
Tablo 8. Bazı Güncel İntraoral Tarayıcılar ve Bilgileri.....	36
Tablo 9. Çalışmaya dahil edilen dişler ve çürük uzaklaştırma yönteminin gruplandırılması	53
Tablo 10. Ineos x5 ve diğer tarayıcıların başlangıç (1. ölçüm) hesaplamalarının karşılaştırılması ve tarayıcılar aralarındaki uyumun incelenmesi..	74
Tablo 11. Ineos x5 ve diğer tarayıcılarının çürük uzaklaştırma sonrası (2. ölçüm) hesaplamalarının karşılaştırılması ve tarayıcılar aralarındaki uyumun incelenmesi.....	77
Tablo 12. Ineos x5 ve diğer tarayıcılarının çürük uzaklaştırma sonrası oluşan hacim kayıp yüzdelerinin karşılaştırılması ve tarayıcılar aralarındaki uyumun incelenmesi.....	80
Tablo 13. ICDAS skorları için ve skor grubu ayrımı yapmaksızın tarayıcıların karşılaştırılması ve uyumun incelenmesi	83
Tablo 14. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre Ineos x5 tarayıcısına ait 1. ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.....	86
Tablo 15. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre Ineos x5 tarayıcısına ait 1. ölçüm değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri	86
Tablo 16. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre Ineos x5 tarayıcısına ait 2. ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.....	87
Tablo 17. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine ve ICDAS skorlarına göre Ineos x5 tarayıcısına ait hacim kayıp oranı değerlerinin karşılaştırılması.....	87
Tablo 18. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre hacim kayıp oranı değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	88
Tablo 19. Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skorlarına göre bağlanma değerlerinin karşılaştırılması.....	88
Tablo 20. Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skorlaması verilerine göre bağlanma değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri	89
Tablo 21. Çürük uzaklaştırma yöntemleri içerisinde ve yöntem ayrımı yapmaksızın bağlanma değerleri ile hacim kayıp değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi.....	89
Tablo 22. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre DIAGNOdent çürük bulgusunun karşılaştırılması.....	90

Tablo 23. Yöntem, ICDAS skoru ve çürük bulgusuna göre bağlanma değerlerinin karşılaştırılması.....	91
Tablo 24. Yöntem, seviye ve çürük durumuna göre bağlanma değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	92
Tablo 25. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre kopma tiplerinin sınıflandırılması	92



ŞEKİL İNDEKSİ

Şekil 1. Modifiye Keyes-Jordan diyagramı	4
--	---



RESİM İNDEKSİ

Resim 1. ICDAS klinik kodlarının histolojik açıdan doğrulanması (Pitts ve ark., 2013)	16
Resim 2. ICDAS II kodları A. Kod 0: Çürüksüz diş yüzeyi B. Kod 1: Minede gözle görülen erken lezyon C. Kod 2: Minede gözle görülen belirgin farklılık D. Kod 3: Minede belirgin yıkım E. Kod 4: Dentinden yansıyan karanlık gölge görünümü F. Kod 5: Dentinin açığa çıktığı belirgin kavitasyon G. Kod 6: Dentinin gözle görülebildiği büyük kavitasyon (Bayrak ve Selvi-Kuvvetli).	17
Resim 3. Soğuk akriliğe alınmış dişler	55
Resim 4. Tarayıcı Ekran Görüntüsü	55
Resim 5. Pembe Mum ile Modelaj Çalışması.....	56
Resim 6. Ineos X5 Cihazı ve Kullanıcı Arayüzü.....	57
Resim 7. Element 5D Cihazı ve Kullanıcı Arayüzü	57
Resim 8. Cerec Primescan Cihazı ve Kullanıcı Arayüzü	57
Resim 9. Trios 4 Cihazı ve Kullanıcı Arayüzü	58
Resim 10. Seramik Frez.....	59
Resim 11. Tungsten Karbit Frez ve Bioaktif Cam Partikülleri.....	59
Resim 12. 29 µm Al ₂ O ₃ tozu ve Air Abrasyon cihazı	60
Resim 13. Aynı Dişe Ait Farklı Tarayıcılardan Alınan Başlangıç ve Kavite Preparasyon Görüntüleri (Sırasıyla iTero Element 5D, Trios 4, Cerec Primescan, Ineos x5).....	60
Resim 14. Çelik Frezle Çürüğün Uzaklaştırılmasının Ardından Kavite Tabanından Alınan Stereomikroskop ve Dijital Fotoğraf Görüntüsü	61
Resim 15. Seramik Frezle Çürüğün Uzaklaştırılmasının Ardından Kavite Tabanından Alınan Stereomikroskop ve Dijital Fotoğraf Görüntüsü	61
Resim 16. Al ₂ O ₃ ile Çürüğün Uzaklaştırılmasının Ardından Kavite Tabanından Alınan Stereomikroskop ve Dijital Fotoğraf Görüntüsü	62
Resim 17. Tungsten karbit frez & BAC partikülleri ile Çürüğün Uzaklaştırılmasının Ardından Kavite Tabanından Alınan Stereomikroskop ve Dijital Fotoğraf Görüntüsü	62
Resim 18. Element 5D Tarayıcısı ile Kavite Tabanından Alınan Ekran Görüntüsü.....	63
Resim 19. Cerec Primescan Tarayıcısı ile Kavite Tabanından Alınan Ekran Görüntüsü.....	63
Resim 20. Trios 4 Tarayıcısı ile Kavite Tabanından Alınan Ekran Görüntüsü	64
Resim 21. DIAGNOdent Pen Cihazı	64
Resim 22. Meshmixer Model Inline	65
Resim 23. Kavitenin Mikrogerilim Testi İçin Hazırlanması	66
Resim 24. Dişlerin Restorasyon Süreci	67
Resim 25. Isomet 1000 Hassas Kesim Cihazı	68
Resim 26. Dişin Uzun Aksı Kesici Diske Paralel Olacak Şekilde Sabitlenmesi ve Kesi Yapılması.....	69
Resim 27. Sağlam ve Etkilenmiş Dentin Yüzeyinden Elde Edilen Kesitler..	69
Resim 28. Dijital Kumpas ve Distile Su İçinde Bekletilen Örnekler	70

Resim 29. Mikrogerilim Test Cihazı	70
Resim 30. Adeziv Kopma	71
Resim 31. Koheziv Kopma	72
Resim 32. Miks Kopma	72



ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amaçları; ICDAS II sisteminde skor artışı ile oluşan hacim kaybının metrik olarak hesaplanması, dental tarayıcıların karşılaştırılması, çürük uzaklaştırma yöntemleri sonrası meydana gelen hacim kaybının ve bağlanma dayanımının değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada ICDAS 3, 4 ve 5 skorlarında skorlarında çekilmiş molar dişler kullanılmıştır. Dişlerin üç boyutlu kayıtları Ineos x5, CEREC Primescan (Sirona, Bensheim, Almanya), itero Element 5D (AlignTechnology, ABD) ve Trios 4 (Trishape, Danimarka) tarayıcıları ile stl formatında alınmıştır. Çürük uzaklaştırma paslanmaz çelik rond, seramik frez, tungsten karbit frez & Biyoaktif cam ve Tungsten karbit frez & Alüminyum oksit olmak üzere dört farklı yöntemle yapıldıktan sonra sonra dişler ikinci kez taranmıştır. Görüntüler üç boyutlu modelleme programında (Meshmixer 3.5) karşılaştırılarak hacim hesaplamaları yapılmıştır. Dişler kompozit materyal ile restore edildikten sonra mikrogerilim testi için hassas kesim cihazı ile örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler Universal test cihazında mikrogerilim testine tabi tutulmuştur. İstatistiksel analizler; Shapiro-Wilk testi, tekrarlı varyans analizi, Dunn testi, Tukey HSD testi, İki Yönlü Robust Anova Testi, Friedman testi, Bonferroni düzeltmeli Z testi, sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC), Spearman's rho korelasyon katsayısı ve Pearson ki-kare testi ile yapıldı. Önem düzeyi $p<0,05$ olarak alındı.

Bulgular: ICDAS II sistemine göre yapılan çürük skorlaması, çürük uzaklaştırma sonrası hacim kaybı üzerine anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Çürük uzaklaştırma yöntemleri, hacim kaybı açısından anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p=0,110$). Tarayıcılar arasında hesaplanan hacim kaybı yüzdeleri, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($(p<0,001)$, $(p=0,001)$, $(p=0,005)$). ICDAS skorlaması bağlanma değerleri (μ TBS) üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin bağlanma dayanımı (μ TBS) üzerine etkisi anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Sonuç: Hesaplanan hacim değerleri arasında tarayıcılar açısından önemli farklar vardır. Çürük uzaklaştırma yöntemleri, dişlerde meydana gelen hacim kaybı üzerine

tek başına etkili olmayıp, ICDAS skorları ile birlikte değerlendirildiğinde anlamlıdır. Çürük uzaklaştırma yöntemleri ve ICDAS skorlaması, mikrogerilim bağlanma dayanımı üzerine etkilidir.

Anahtar Kelimeler: Çürük uzaklaştırma yöntemleri, dental tarayıcılar, hacim kaybı, bağlanma dayanımı, mikrogerilim



SUMMARY

The role of the caries removal techniques for volume loss and dentin bonding

Objective: The aims of this study were to metrically calculate the volume loss with increasing score in the ICDAS II system, to compare dental scanners, and to evaluate the volume loss and bond strength after caries removal methods.

Materials and Methods: Extracted molars with ICDAS scores of 3, 4 and 5 were used in the study. Three-dimensional data of the teeth were collected with Ineos x5, CEREC Primescan (Sirona, Bensheim, Germany), itero Element 5D (AlignTechnology, USA) and Trios 4 (Trishape, Denmark) scanners. Caries removal was performed by four different methods: conventional preparation with stainless steel rond, ceramic bur, tungsten carbide bur & bioactive glass powder and tungsten carbide bur & 29 μm Aluminum oxide powder, and then 2th data acquisition were made by scanners. The data were superimposed and volumetric calculations were made in a three-dimensional modeling program (Meshmixer 3.5). Following the restoration with composite material, 1 mm² stick-shaped specimens were prepared with a precision cutting device for microtensile bond strength (μTBS) testing. All specimens subjected to μTBS test. Statistical analyses were performed using Shapiro-Wilk test, Generalized Linear Model, repeated variance analysis, Dunn's test, Tukey HSD test, Two-way Robust Anova Test, Friedman's test, Bonferroni corrected Z test, Intraclass Correlation Coefficient (ICC), Spearman's rho correlation coefficient, Pearson chi-square test. Significance level was taken as $p < 0.05$.

Results: Caries scoring according to the ICDAS II system was found to be significant for volume loss after caries removal ($p < 0.001$). Caries removal techniques did not show a significant difference in terms of volume loss ($p = 0.110$). The calculated volume loss percentages between scanners were statistically significant ($(p < 0.001)$, ($p = 0.001$), ($p = 0.005$)). ICDAS scoring was considered statistically significant for bonding μTBS values ($p < 0.001$). The effect of caries removal methods for μTBS was significant ($p < 0.001$).

Conclusion: There are significant differences between the volumetric calculations in terms of dental scanners. Caries removal methods are not significant for the volume loss, but it is significant when evaluated together with ICDAS scores. Caries removal

methods and ICDAS scoring considered significant for microtensile bond strength values.

Keywords: Caries removal techniques, dental scanners, volume loss, bond strength, microtensile



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Diş çürüklerinin teşhisi, sınıflandırılması ve tedavisi hem diş hekimliği pratiğinde hem akademik olarak üzerinde durulan ve tartışılan bir konudur. ICDAS II sistemi, çürüğün erken ve ileri evrelerinde tespitini kanıtlara dayalı olarak sunan görsel bir çürük tespit ve değerlendirme sistemidir. Yapılan araştırmalarda ICDAS II çürük sınıflama sisteminin skorları ile histolojik, mikroskobik, radyolojik ve floresans değişiklikler arasındaki uyum ortaya koyulmuştur (Yanikoglu ve ark., 2020, Young ve ark., 2015). ICDAS II sistemi ile yapılan çürük skorlaması, ilgili dişte çürük uzaklaştırma sonrası kalan doku hacmiyle uyumlu olarak klinisyenlere kavite derinliği ile ilgili fikir vermektedir (Yanikoglu ve ark., 2018). Kavite derinliği ile dentinin bağlanma dayanımı arasında doğrudan bir ilişki vardır (Ayaz, 2013, Sturdevant ve Roberson, 1995). Dişteki çürük lezyonunu genişliği, kalan sağlam diş dokusu miktarının temel belirleyenleridir. Minimal invaziv yaklaşıma göre madde kaybını azaltmak amacıyla farklı kavite uygulamaları tercih edilmeli, gereksiz doku kaybından kaçınılmalıdır (Featherstone ve Doméjean, 2012). Çürüğün minimal invaziv prensiplere göre uzaklaştırılması amacıyla alternatif çürük uzaklaştırma yöntemleri geliştirilmiştir (Avunduk ve Bağlar, 2019, ERDEMİR, 2006).

Gelişen teknolojilerle dişlerde meydana gelen madde kaybını üç boyutlu ve metrik olarak hesaplamak mümkündür (Yanikoglu ve ark., 2018). Üç boyutlu görüntü alma yöntemleri ağız içi tarayıcılarla alınan verilerin uygun programlarda işlenmesi esasına dayanır (Çelik ve ark., 2013). Üç boyutlu modelleme programı olan Meshmixer 3.5 (Autodesk), diş hekimliğinde model üretimi, protetik planlama ve cerrahi rehber ve implant planlaması gibi alanlarda kullanılabilmektedir. Ağız içi tarayıcılarla STL formatında alınan veriler Meshmixer'a aktarılarak bu işlemler gerçekleştirilebilmektedir (Reymus ve ark., 2018).

Bu çalışmanın amaçları ICDAS II çürük teşhis ve sınıflama sisteminde skor artışı ile oluşan hacim kaybının metrik olarak hesaplanması, farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri sonucu oluşan hacim kayıplarının karşılaştırılması, farklı dental tarayıcılar tarafından ölçülen hacim kayıplarının karşılaştırılması, farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri sonucu ölçülen bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması, hacim kaybının dentin-rezin bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesidir.

Bu çalışmanın sıfır hipotezleri şu şekildedir:

1. Çürük uzaklaştırma sonrası oluşan hacim kaybı, ICDAS II sistemine göre yapılan çürük skorlaması ile ilişkili değildir.
2. Çürük uzaklaştırma yöntemleri arasında oluşturdukları hacim kaybı açısından anlamlı bir farklılık yoktur.
3. Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skorlamasının, hacim kaybı üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.
4. Çürük uzaklaştırma sonrası hacim kaybının metrik olarak ölçülmesinde kullanılan farklı dental tarayıcılar arasında anlamlı bir fark yoktur.
5. ICDAS skorlamasının bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.
6. Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.
7. Çürük uzaklaştırma sonucu oluşan hacim kaybının bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.
8. Çürük uzaklaştırma yöntemleri ile ICDAS skoru etkileşiminin dentine bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.
9. Çürük uzaklaştırma sonrası Diagnodent skorundan elde edilen çürük bulgusunun dentine bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Diş Minesinin Yapısı

Dişin en dış tabakasını oluşturan mine dokusu, embriyolojik germ tabakalarından biri olan ektoderm kaynaklı ameloblast hücreleri tarafından meydana getirilir. Mine, yüksek oranda mineralize kristal bir yapıdır. Hidroksiapatit kristalleri (hacimce %90-92) en büyük mineral bileşenidir. Geri kalanını ise %1-2 oranında organik matris proteinleri ve su (%4-12) oluşturur (Gopikrishna, 2018). Mine, vücudun en sert dokusu olma özelliğine sahiptir. İnsan diş minesini, enine kesitte yuvarlak bir baş veya gövde bölümüne ve bir kuyruk bölümüne sahip olan ve tekrarlayan bir dizi şeklinde iç içe geçmiş prizmalardan oluşur (Gopikrishna, 2018). Minede mm³ başına, her biri yaklaşık 1000 hidroksiapatit kristalinden oluşan 3000-4000 mine prizması bulunur. Organik matris ve su, prizmalar içerisinde dağınık halde bulunur (García-Godoy ve Hicks, 2008).

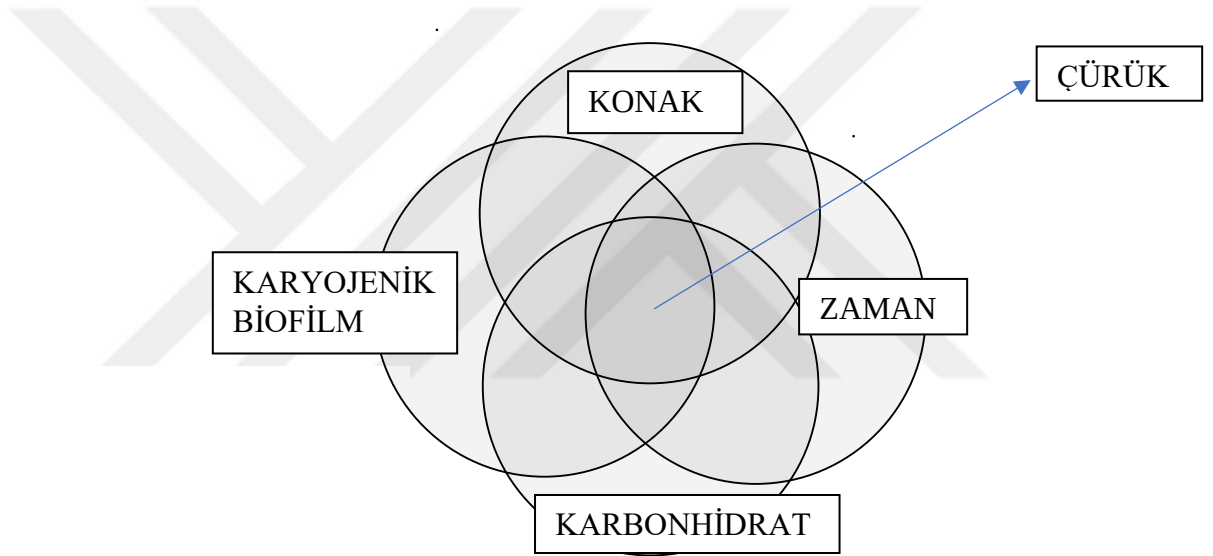
2.2. Mikrobiyal Dental Plak ve Çürük Oluşumu

İlk olarak 17. yüzyılda mikrobiyoloji alanında çok önemli bir isim olan Antonie van Leeuwenhoek, kendi dişinden aldığı örnekte yaşayan mikroorganizmalardan bahsetmiştir. Biyofilm, farklı çeşitlerde mikroorganizma içeren, aralarında iletişim kurabilen mikroorganizmalarca oluşturulan polisakkarit bir matriksle çevrili ve yüzeylere tutunan, kompleks yapıda polimikrobiyal bir topluluktur (Chaudhary ve ark., 2020, Donlan ve Costerton, 2002, Marsh ve ark., 2016).

Mikrobiyal dental plak, ekstraselüler bakteriyel polimerler, tükürük ve/veya diş eti eksuda ürünlerinden oluşan bir matriks içine gömülü bakterilerin meydana getirdiği gerçek bir biofilmdir (Hepdeniz ve Seçkin, 2017), %20 organik ve inorganik bileşenler ve %80 su' dan oluşmaktadır .

Normal koşullarda, mine yüzeyinde plak ve tükürük arasında devam eden bir iyon alışverişi söz konusudur. Mine dış yüzeyi ve lokal çevre arasındaki dengeyi sağlayan bu sürece demineralizasyon- remineralizasyon döngüsü adı verilir (Hicks ve ark., 2004a).

Diş yüzeyinde çürüğün meydana gelişi patolojik bir süreç olup; diş minesi, plak sıvısı ve tükürük arasındaki demineralizasyon-remineralizasyon döngüsünün demineralizasyon yönünde değişimi ile başlar. Çürüğün oluşması için dört bileşenin bir arada bulunması gerekmektedir. Bunlar; konak, fermante edilebilen karbonhidrat, karyojenik biofilm ve zamandır (KEYES, 1963).



Şekil 1. Modifiye Keyes-Jordan diyagramı

(Keyes, P. H. 1963. Factors influencing the initiation, transmission and inhibition of dental caries. *Mechanisms of hard tissue destruction*, 261-283.)

2.3 Diş Çürüklerinin Sınıflandırılması

I. Bulunduğu yere göre
<i>i. Pit ve fissür çürüğü:</i> Pit ve fissür çürüğü lezyonları tipik olarak mineye nüfuz ettikçe genişler. Giriş yeri, gerçek lezyondan çok daha küçük görünebilir ve bu da klinik saptamayı zorlaştırır. Pit ve fissür çürükleri, duvar lezyonları olarak bilinen duvarlarındaki demineralizasyondan gelişir.
<i>ii. Düz yüzey çürüğü:</i> Pürüzsüz mine yüzeylerinde başlayan lezyonlar, geniş bir kaynağa ve mine dentin bileşimine doğru konik veya sivri bir uzantıya sahiptir. Demineralizasyon mine dentin sınırına ulaştığında, mine kavitasyonu ve bakteriyel kontaminasyon olduğunda lezyon içindeki bakteriyel metabolik aktivite hem lateralde hem de pulpada hızlı dentin demineralizasyonuna neden olur.
<i>iii. Kök çürüğü:</i> Sement yüzeyinde bulunan çürük lezyonu.
II. Klinik yönetim stratejisine göre
<i>i. Başlangıç çürük lezyonu, kavitasyonsuz çürük lezyonu, beyaz nokta lezyonu</i>
<i>ii. Kavitasyonlu çürük lezyonu</i>
III. Aktivitesine göre
<i>i. Aktif çürük lezyonu</i>
a) Orta dereceli çürük lezyonu
b) İleri (derin) çürük lezyonu
<i>ii. İnaktif çürük lezyonu</i>

<i>iii.Rampant çürük</i>
IV. Oluşumuna göre
<i>i. primer çürük</i>
<i>ii.sekonder çürük</i>
<i>iii.rezidüel çürük</i>
V. Derinliğine göre
<i>i. mine çürüğü</i>
<i>ii. dentin çürüğü</i>

2.3.1 Mine çürüğü

Kavitsyonsuz çürük lezyonu, beyaz nokta lezyonu veya başlangıç çürük lezyonu; minedeki çürük aktivitesinin ilk belirtisidir ve hava ile kurutulduğunda mine üzerinde opak beyaz lekeler şeklinde görünür. Diş rehidrate olduğunda ise kaybolur. Mine yüzeyi oldukça sert, sağlam ve dokunulduğunda pürüzsüzdür. Minenin bu alanları, demineralizasyonun neden olduğu geniş yüzey altı gözenekliliği nedeniyle yarı saydamlıklarını kaybeder. Başlangıç çürük lezyonlarının beyaz noktaları, gelişimsel beyaz nokta hipokalsifikasyonlarından veya gelişimsel mine bozukluklarından ayırt edilmelidir. Başlangıç (beyaz nokta) çürük lezyonları, mine hidrate olduğunda (ıslak) görsel olarak kısmen veya tamamen kaybolurken, hipokalsifiye mine nemden ve hava ile kurutmada daha az etkilenir. Kavitsyonsuz çürük geri dönüşme potansiyeline sahiptir ve remineralizasyon tedavilerinin temelini bu potansiyel oluşturmaktadır.

Çürük lezyonlarında, mineral kaybının ilk olarak mine prizmalarının merkezinde meydana geldiği görülmüştür. Nedeni tam olarak açıklanamasa da prizmanın

merkezindeki düşük kristal yoğunluğunun dışarıdan asit difüzyonuna izin verdiği düşünülmektedir (Robinson ve ark., 2000). Başlangıç çürük lezyonu dört histolojik tabakadan oluşur. Lezyonun en derin kısmından yüzeye kadar olan bu katmanlar; saydam tabaka, karanlık tabaka, lezyon gövdesi ve yüzeysel tabakadır.

2.3.1.1 Yüzeysel tabaka

Kalınlığı 20 ila 100 um arasında değişmektedir. Aktif lezyonlarda daha ince, inaktif lezyonlarda daha kalındır (Sikri, 2016). Yüzeysel tabaka, asit atağından nispeten daha az etkilenir. Sağlıklı mineye göre daha poröz yapıdadır ve iyon difüzyonuna olanak sağlar. Derin tabakalardaki dokuların çözünmesiyle salınan iyonlar ve dış taraftan remineralizasyon ile ağız ortamından taşınıp çöken iyonlar neticesinde hipermineralize bir tabakadır. Lezyon gövdesinden daha düşük bir gözenek hacmine (<%5) ve sağlam mine ile benzer bir radyopasiteye sahiptir (Gopikrishna, 2018).

2.3.1.2 Lezyon gövdesi

Yüzeysel tabakanın hemen altında, mine çürüğünün en büyük ve en fazla mineral kaybı görülen tabakasıdır. Mineral yoğunluğu sağlam mineye oranla hacimsel olarak % 24 daha azdır (Hicks ve ark., 2004a). Radyografik görüntülemelerde radyolusent olarak gözlenen çürüğün gövdesi, mikroskopta mineye göre daha saydam görünür (Al-Khateeb ve ark., 1997). Retzius çizgileri lezyonun gövdesinde belirgindir, bu da göreceli olarak daha çok gözenekli olan bu bölge boyunca mineral çözünmesini gösterir. Çürüklerin ilk penetrasyonu, mine yüzeyine retzius çizgileri yoluyla girer. Poroziteler girişlerine izin verecek kadar büyükse, bu bölgede bakteri bulunabilir (Gopikrishna, 2018).

2.3.1.3 Karanlık tabaka

Polarize ışığı iletmediği için karanlık tabaka olarak adlandırılmıştır. Bu ışık tutulması, kadar çok sayıda ve kinolini absorbe edemeyecek kadar küçük porların varlığından kaynaklanmaktadır. Hava veya buharla dolu bu küçük gözenekler bölgeyi opak hale getirir. Toplam por hacmi %2-4 arasındadır (Gopikrishna, 2018). Mikroporlar, remineralizasyon ile, yani geniş porların içine madde birikmesiyle oluşur (LeGeros, 1991). Hızlı ilerleyen çürüklerde ince olarak görünen bu tabaka, yavaş ilerleyen çürüklerde kalındır (Hicks ve ark., 2004b, Larsen, 1990, Mount, 2005).

2.3.1.4 Saydam tabaka

Mine çürüğünün en alt tabakasında yer alan, sağlıklı mineden farklı yapıda ve çürük lezyonun ilerlediği bölümdür. Kinolin çözeltisi ile perfüze edildiğinde ve polarize ışıkla incelendiğinde minenin yapısal elementlerini içermediği için saydam tabaka olarak adlandırılmıştır. Bu bölgede, çürük oluşumu sırasında hidrojen iyonu penetrasyonunun kolaylığı nedeniyle, mine prizmaları boyunca porlar oluşur. Kinolin solüsyonu mine ile aynı ışık kırılma katsayısı değerine sahiptir. Böylece %1 gözenek hacmine sahip bu tabaka, kinolin ile boyandığında polarize ışık mikroskobu incelemesinde görünmez hale gelmektedir (Gopikrishna, 2018, Roberson ve ark., 2006).

2.3.2 Dentin çürüğü

Yapısal özelliklerindeki farklılıklar nedeniyle dentinde çürüğünün meydana gelişi, mine çürüğüne göre daha değişik ve karmaşıktır. Dentini oluşturan tübüler yapı ve mineye oranla nispeten az olan mineral içeriği sebebiyle çürük lezyonu dentinde hızlı ilerler. Minenin mikro poroziteli dokusu nedeniyle dentine iletilebilen uyaranlar (Axelsson, 2000) burada çürüğe karşı en düşük sirence sahip mine-dentin sınırından geçerek pulpaya kadar ilerleyebilir. Çürük, dentine ulaştığında akut bir dönemin ardından duraksamalar şeklinde ilerlemektedir. Dentin dokusunda odontoblast hücreleri pulpa-dentin kompleksinin iç kısmını oluşturan canlı dokular dokular olmakla birlikte dış uyaranlara karşı spesifik cevaplar verebilmektedirler. Aktif, hızlı ilerleyen çürük yumuşak, sarı veya açık kahverengi; kronik, yavaş ilerleyen çürük dokusu ise sert ve koyu kahve renklidir (Mjör, 2009).

2.3.2.1 Dentin çürüğünün tabakaları

Dentin dokusunda çürük lezyonu, mine-dentin bileşiminden pulpaya doğru beş tabakadan oluşur. Bu tabakalar en belirgin şekilde yavaş ilerleyen çürüklerde izlenebilmektedir.

2.3.2.1.1 Enfekte dentin

Dentin çürüğünün en dış tabakasıdır. Sıvılaşmış, kaviteden kolayca uzaklaştırılabilen bir yığın şeklinde görülen ve hidroksiapatit kristallerininin tümüyle harap olduğu bu dentinde, kollagen ve mineral bulunmaz. Parçalanmış dokuların yerini artık mine prizmaları, dentin artıkları, ağız epitelinden ayrılmış bölümler, yağ kürecikleri,

lökositler ve bol miktarda mikroorganizma almıştır. Tedavinin başarısı ve çürüğün ilerlememesi için bu bölgenin tamamıyla kaldırılması şarttır. (Zheng ve ark., 2003) (Young, 2002)

2.3.2.1.2 Turbid (Bulanık) dentin

Tübüllere invaze olan bakteriler, dentin kanallarının içerisinde sayıca artarak koloniler haline gelir ve kanalın genişlemesine neden olurlar. Genişleyen tübüller bakteriler ve metabolitleri ile doludur, sıvı içermez. Yıkım ilerledikçe harap olara tübüller bitişiğindeki intertübüler dentine açılarak büyür ve komşu kanalların birleşmesiyle patolojik kaviterler meydana gelir. Bu tabakadaki dentin remineralizasyon potansiyeli taşımaması nedeniyle restorasyon yapımı öncesi mutlaka uzaklaştırılmalıdır (Young, 2002, Zheng ve ark., 2003).

2.3.2.1.3 Saydam (Transparent) dentin

Sağlam dentin dokusundan daha yumuşaktır. İntertübüler dentinde mineral kaybı mevcut olup, kanal lümenlerine büyük ve çok miktarda kristal çökelmiştir. Organik asitlerin mineralleri ve dentinin organik yapısını etkilemesine rağmen, sağlam yapıda çapraz bağlı kollagen fibriller varlığını sürdürmektedir. Bakteri bulunmayan bu tabaka remineralizasyon potansiyeli taşır. (Bjørndal ve Mjör, 2001, Kidd ve Fejerskov, 2004, Young, 2002, Zheng ve ark., 2003)

2.3.2.1.4 Yarı transparant dentin

Bakteri bulunmayan bu tabakada, kanal lümeninde ince kristallerin oluşumu ve intertübüler dentinde demineralizasyon başlamıştır. Hasar görmüş olsalar da odontoblast uzantıları bulunmaktadır ve operatif uyaranlar sonucu ağrı oluşabilir. (Kidd ve Fejerskov, 2004, Zheng ve ark., 2003)

2.3.2.1.5 Normal dentin

Odontoblast uzantılarına sahip kanalların bulunduğu, lümeninde hiç kristal yapı içermeyen, en derindeki dentin dokusudur. Apatit kristallerinin yoğunluğu intertübüler dentinde normal olup, çapraz bağlı kollajenler mevcuttur. Kanallarda mikroorganizma bulunmaz. Dentinin uyarılması keskin bir ağrıya neden olur (Young, 2002, Zheng ve ark., 2003).

2.4. Çürük Sınıflamasında Kullanılan Uluslararası Sistemler

2.4.1. Black sınıflama sistemi

1900'lerin başında G.V. Black tarafından geliştirilmiştir. Kullanım alanı halen yaygın olan bir çürük ve kavite sınıflama sistemidir. Bu sistemde çürüğün diş üzerindeki konumu temel alınır. Black tarafından beş olarak belirlenen sınıf sayısı, sonrasında farklı araştırmacılar tarafından bir sınıf eklenmesiyle 6 olarak güncellenmiştir. Sınıf 1 ve 6 dışındaki sınıfların tamamı düz yüzey çürükleridir (Gürcan, 2018).

Black sınıflama sistemine göre;

Sınıf 1: Okluzal yüzey ve bukkal,lingual pit çürükleri,

Sınıf 2: Küçük azı ve büyük azıların proksimal bölgelerindeki çürükler,

Sınıf 3: Kesicilerin proksimal bölgelerindeki çürükler,

Sınıf 4: Kesicilerin proksimal bölgelerinde, insizal köşeleri içine alan çürükler,

Sınıf 5: Bukkal/lingual gingival bölgelerdeki çürükler,

Sınıf 6: Tüberkül tepesinin dahil olduğu çürükler olarak sınıflandırılmıştır (Gürcan, 2018)

2.4.2. Amerikan Diş Hekimleri Birliği çürük sınıflama sistemi (ADA-CCS)

2008 yılında Amerikan Diş Hekimleri Birliği tarafından geliştirilen bu sistem, çürük lezyonun aşamalarının tümünü kapsamaktadır. Skorlama; diş yüzeyi, lezyon varlığı veya yokluğu, çürük başlangıcının anatomik yeri, tahribatın şiddeti, lezyon aktivitesi gibi kriterlere dayanarak yapılır. (Young ve ark., 2015)

2.4.2.1. Bulunduğu alana göre

2.4.2.1.1 Pit ve fissür çürüğü

Posterior dişlerin oklüzal, fasiyal veya lingual yüzeyleri veya maksiller kesici dişlerin veya köpek dişlerinin lingual yüzeyleri gibi dişlerin anatomik çukurlarını ve fissürlerini ifade eder.

2.4.2.1.2 Aproksimal çürük

Bitişik bir diş yüzeyinin temas alanına yakınlığı ile ilgili olarak; dişin herhangi bir yüzeyinde bulunabilir.

2.4.2.1.3 Servikal çürük ve düz yüzey çürüğü

Dişsiz bir boşluğa komşu anatomik krunun servikal bölgesine veya herhangi bir diğer pürüzsüz mine yüzeyine atıfta bulunur; dişin tüm çevresi boyunca herhangi bir yerde bulunabilir.

2.4.2.1.4 Kök çürüğü

Anatomik kronun apikalindeki kök yüzeyini ifade eder. (Ismail ve ark., 2013)

2.4.2.2. Çürüğün aktivitesine Göre

- Aktivite Değerlendirme Faktörü:
 - Lezyonun konumu
 - Lezyon üzerindeki plak birikimi
 - Yüzey görünümü
 - Dokunsal his
 - Diş etinin durumu (Lezyon diş etine yakınsa)
 - Çürük Lezyonu Aktivite Değerlendirme Tanımlayıcıları
 - İnaktif/ durmuş çürük:
 - Lezyon plak birikim alanında değildir.
 - Dental plak kalın veya yapışkan bir yapıda değildir.
 - Lezyon yüzeyi parlaktır ve siyah- kahverengi görünümündedir.
 - Dokunmada sert ve pürüzsüzdür.
 - Lezyon diş eti yakınındaysa diş etinde iflamasyon bulguları yoktur.
 - Aktif çürük
 - Lezyon plak birikim alanındadır. (çukur/fissür, aproksimal,gingival)
 - Plak kalın ve yapışkandır.
 - Lezyon yüzeyi mat ve opak görünümlüdür, parlaklık kaybına uğramıştır.
- Beyaz-sarı renktedir.
- Mine pürüzlü, dentin yumuşak bir dokunma hissi verir.

- Lezyon diş eti yakınındaysa inflamasyon ve sondalamada kanama mevcuttur. (Ekstrand ve ark., 2009)

2.4.3 Mount-Hume sistemi

Çürük lezyonunun kapsamını ve karmaşıklığını tanımlayan, aynı zamanda doğal diş dokusunun korunmasına yönelik konservatif bir yaklaşım sağlayan bir sistemdir. Restoratif materyalin seçimine ilişkin rehberlik sağlayabileceği savunulmuştur (Black ve Black, 1917).

2.4.4 Dünya Sağlık Örgütü (Who-Dsö) DMFT indeksi

Dünya Sağlık Örgütü tarafından tasarlanan; çürük, kaybedilmiş, restorasyon bulunan dişlerin sayısını (DMFT), çürük, kaybedilmiş, restorasyon bulunan dişlerin yüzey sayısını (D3MFS) hesaplayarak risk grupları oluşturan bir indekstir. Kavite oluşmamış çürük lezyonlarının dahil edilmediği bu sistem, 1997 kriterlerine göre d, sadece d3 derecesini yani kaviteyi gösterdiği için WHO kriterleri çürüğün erken dönemini yani en kritik aşamalarından birini atlamaktadır (Fisher ve ark., 2012, Young ve ark., 2015).

2.4.5 Taraf-Aşama (Site-Stage=SI/STA) Bazlı Sınıflama Sistemi

Çürüğün bölgesini ve seviyesini belirleyerek restoratif materyal seçimine ışık tutan bu sistem, bu bakımdan Mount-Hume Sistemi ile benzerlik gösterir. Hakkında sınırlı sayıda bilgi bulunan bu sınıflamanın genel uygulamayla uyumlu olduğu ifade edilse de, lezyon aktivitesini belirlememesi, bu sistemin dezavantajıdır (Fisher ve ark., 2012, Lasfargues ve ark., 2000).

2.4.6 Çürük Değerlendirme Skalası ve Tedavi indeksi (CAST)

Çürüğün ilerlemesini aşama aşama açıklayan, kapsamlı ve faydacı bir çürük değerlendirme indeksidir. Bu görsel ve dokusal kodlama sistemi, yalnızca epidemiyolojik incelemelerde kullanılmaktadır. Çürük lezyon ilerlemesi, apse ve fistüllerin yanında dolgu ve restoratif prosedürlerin toplam aşamalarını da kapsamaktadır. ICDAS, DMF ve pulpal tutulumu belirten PUFA indeksinin kuvvetli yanları üzerine yapılandırılmış olan bu sistem, diş hekimleri arasında kolayca iletişim kurulabilmesini sağlamaktadır (Fisher ve ark., 2012).

2.4.7 Uluslararası Çürük Sınıflandırma ve Yönetim Sistemi (ICCMS)

ICDAS”ın koruma odaklı yaklaşımını esas alan, uzun dönemli risk belirlenmesi ve çürük yönetimi sistemidir. 2012 yılında, diğer çürük sınıflama sistemlerinin bir bileşkesi olarak düzenlenen bu sistemde ana hedef, diş dokularını korumak ve sadece gerçekten endike olduğu zaman restore etmektir (Gürcan, 2018). ICCMS’nin temel prensipleri, çürüğün seviyesini ve lezyon aktivitesini belirleyerek hastanın çürük riskini değerlendirmek ve bu doğrultuda kapsamlı bir çürük koruma planı tasarlamaktır (Gürcan, 2018, Pitts ve ark., 2011).

	Aktif Çürük Lezyonu Yok	Başlangıç Düzeyinde Aktif Çürük Lezyonu	Orta Ya da İleri Düzey Aktif Çürük Lezyonu
Düşük Risk	Düşük olasılık	Orta Olasılık	Orta Olasılık
Orta Risk	Düşük olasılık	Orta Olasılık	Yüksek olasılık
Yüksek Risk	Orta olasılık	Yüksek olasılık	Yüksek olasılık

Tablo 1. Hasta düzeyindeki mevcut çürük aktivite durumu (Gürcan,2018)

2.4.8 Nyvad sistemi

Bu sistem, kavitasyon oluşmuş ve oluşmamış çürüklerin aktivitesinin değerlendirilmesi amacıyla güvenilir bir seçenek olarak sunulmuştur. Bu sisteme göre gözlemlenen lezyonlar tüm özelliklerine göre puanlanabilir; böylelikle aktif ya da inaktif olarak sınıflandırılabilir. Lezyon, aktif bir lezyonla uyumlu en az bir özellik gösterdiğinde, aktif olarak kategorize edilir. Nyvad sistemi, plak varlığını çürük lezyon aktivitesi belirteci olarak kullanmıştır. Pürüzlülüğü değerlendirme amacıyla standart problemler kullanılmıştır (Braga ve ark., 2010).

Tablo 2. Nyvad sistemine göre skorlar ve açıklamaları (Braga ve ark., 2010)

Skor	Kategori	Kriter
0	Sağlam	Mine translusensi ve dokusu normaldir.
1	Aktif çürük (Bütünlüğü bozulmamış)	Mine yüzeyi beyaz-sarı, opak; sond muayenesinde pürüzlüdür. Belirgin madde kaybı yoktur. Plak mevcuttur.
2	Aktif Çürük (Devamlı olmayan yüzey)	Skor 1 ile aynı özelliklere sahiptir. Lezyon zemininde yumuşama yoktur
3	Aktif Çürük (Kaviteyonlu)	Gözle görülür kaviteyon vardır. Sondalamada yumuşaklık hissedilir. Pulpa lezyona dahil olabilir veya olmayabilir.
4	İnaktif Çürük (Bütünlüğü bozulmamış)	Mine yüzeyi beyazımsı, kahverengimsi veya siyahtır. Probu ucu yüzey boyunca hafifçe hareket ettirildiğinde sert ve pürüzsüz hissedilebilir. Klinik olarak saptanabilir madde kaybı yoktur. Sağlam fissür morfolojisi ve fissür duvarları boyunca uzanan lezyon vardır.
5	İnaktif çürük (Yüzeyde devamsızlık)	Lokalize yüzey bozukluğu mine ile sınırlıdır. Tespit edilebilen yumuşak mine yüzeyi yoktur.
6	İnaktif çürük (Kaviteyonlu)	Gözle kolayca görülebilen mine/dentin kavitesi vardır. Kavite yüzeyi parlaktır ve sondalamada serttir. Pulpa tutulumu yoktur.
7	Dolgu (Sağlam yüzey)	
8	Dolgu (Aktif çürük)	Kaviteyon vardır veya yoktur.
9	Dolgu (İnaktif çürük)	Kaviteyon vardır veya yoktur

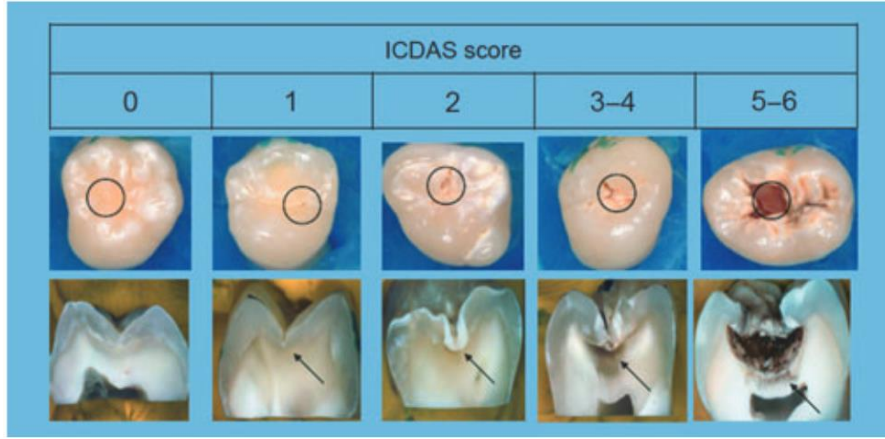
2.4.9 Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi (ICDAS)

Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi adı verilen ICDAS; Uluslararası düzeyde geçerli bir çürük teşhis sistemi önermek amacıyla 2002’de bir grup karyolog ve epidemiyolog tarafından, WHO sondu ile yapılan ve görsel muayene ile kombine edilen bir sistem olarak sunulmuştur. ICDAS, sürekli dişlerdeki okluzal lezyonların teşhisini, derinliklerinin makul bir doğruluk ve tekrarlanabilirlik ile sunulması amacıyla görsel olarak kademelendirildiği bir çürük sınıflama sisteminin modifikasyonudur. Ancak ICDAS’ın, sürekli dişlerin iç ve dış yarısıyla ilgili lezyonları doğru sınıflayabilmesine ve ayırt edebilmesine karşın, süt dişlerinde mine dokusunun daha ince olması sebebiyle yetersiz kaldığı belirtilmiştir (İsmail ve ark., 2007).

ICDAS skorlamasının epidemiyolojik ve klinik araştırmalarda, toplum ağız ve diş sağlığı çalışmalarında, klinik pratiğinde ve diş hekimliği eğitiminde kullanılması amaçlanmıştır (Pitts, 2004). Gözle görülebilen yüzey değişimlerine göre çürük aşamalarının sınıflandıran bu sistem; diş çürüğünü sağlıklı evreden başlayarak kavite aşamasına kadar altı basamağa ayırıp değerlendirmek üzerine kurgulanmıştır (Dikmen, 2015, İsmail ve ark., 2007).

ICDAS, koronal çürükleri (pit, fissür, mesio-distal ve bukkal-lingual), kök çürüklerini ve restorasyon/fissür örtücüler (CARS) ile ilişkili çürükleri kapsamaktadır. Lezyonların doğru tespiti için diş, aydınlatma yardımıyla dikkatlice temizlenmeli, ardından hava ile kurutulmalıdır. Bazı durumlarda ise ucu sivri olmayan bir sond yardımıyla veya gözle inceleme yapmak gerekmektedir (Braga ve ark., 2010, Ekstrand ve ark., 2009).

ICDAS, çürüğün derinliğini 0’dan 6’ya kadar ordinal olarak ifade eden skorlamalardan oluşur (İsmail ve ark., 2007). Bu skorlar ile çürük lezyonunun derinliği arasındaki ilişkinin varlığı histolojik çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Ekstrand ve ark., 2011). Bir araştırmada ICDAS skorlaması yapılan dişler histolojik olarak incelendiğinde, lezyon derinlikleri ve skorlama arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur (Bakhshandeh ve ark., 2011).



Resim 1. ICDAS klinik kodlarının histolojik açıdan doğrulanması (Pitts ve ark., 2013)

2.4.10 ICDAS II

2002’de geliştirilen ICDAS kriterlerinde yapılan revizyonlar sonucu sistem, 2005 yılında ICDAS II adıyla güncellenmiştir. ICDAS II, diş çürüğünün belirlenmesi için klinik pratiğinde kesin kararlar verilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda klinik ve epidemiyolojik araştırmalarda kolaylık sağlar. 2008’de Bogota’da yapılan toplantıda in vivo ve in vitro çalışmalardan elde edilen sonuçlar dahilinde ICDAS II’de bazı düzenlemeler yapılmıştır (Altarakemah ve ark., 2013, Banting ve ark., 2009).

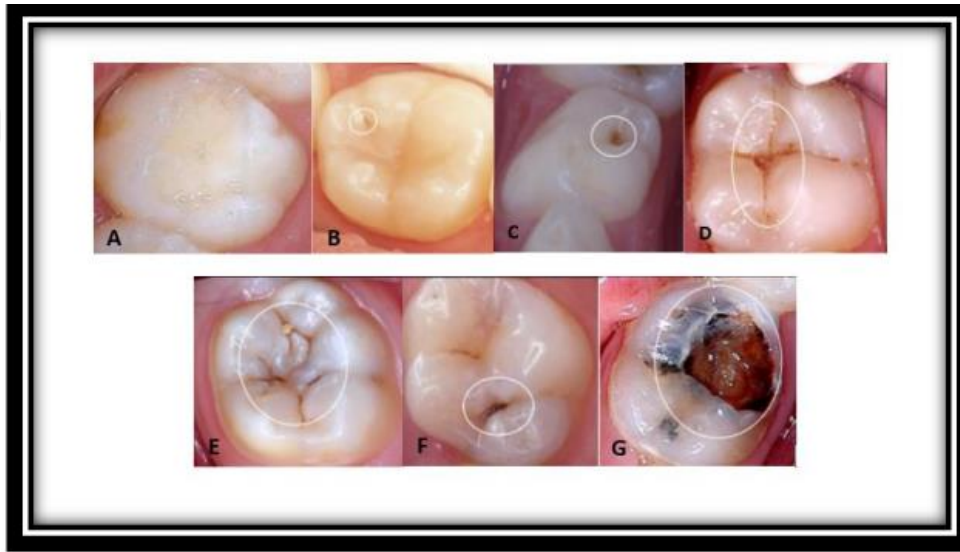
2.4.10.1 ICDAS II ile çürük belirlenme kriterleri

ICDAS II ile çürük aşamalarının belirlenebilmesi için diş yüzeyinin temiz ve kuru olması gereklidir. Kavitasyon göstermeyen dişlerde dişin kurutulması daha büyük önem arz eder; bunun nedeni suyun, başlangıç çürüğünde yüzeydeki porları tıkayarak beyaz nokta lezyonlarının tespit edilebilmesini engellemesidir. Dental plak uzaklaştırılmalı, diş yüzeyinin ve küçük kavitasyonların incelemesi künt uçlu bir sond yardımıyla yapılmalıdır. Keskin uçlu sond, başlangıç çürük lezyonlarının var olduğu dişlerde kavitasyon oluşturarak geri dönüşümsüz hasara neden olabilir (Gugnani ve ark., 2011). ICDAS II skorları diş çürüğünün tipine göre 0’ dan 6’ya kadar sıralanır.

- 0- Sağlam diş yüzeyi
- 1- Minde gözle görülebilen, başlangıç aşamasındaki farklılık
- 2- Minde gözle görülebilen belirgin düzeydeki farklılık
- 3- Minenin bölgesel harabiyeti (Klinik olarak dentine kadar ilerlememiş)
- 4- Diş yüzeyinde dentinden yansıyan koyu görünüm
- 5- Dentinin açığa çıktığı belirgin kavitasyon

6- Dentinin gözle görülebildiği geniş düzeyde harabiyet (yüzeyin yarısından fazlasını kapsayan)

Bu sistemin temel kodlaması Resim 2’de gösterilmiştir. Kodlamalar, lezyonun bulunduğu bölgenin yüzey özelliklerine (pit, fissür ya da düz yüzey) ya da herhangi bir restorasyon veya örtücü ile ilişkili olup olmamasına göre ufak varyasyonlar göstermektedir (Shivakumar ve ark., 2009) (Gugnani ve ark., 2011). Pit ve fissürler, düz yüzeyler (mezial, distal, bukkal, palatinal/lingual) için çürük belirleme kriterleri detaylı olarak Tablo 3’de gösterilmektedir.



Resim 2. ICDAS II kodları **A.** Kod 0: Çürüksüz diş yüzeyi **B.** Kod 1: Minede gözle görülen erken lezyon **C.** Kod 2: Minede gözle görülen belirgin farklılık **D.** Kod 3: Minede belirgin yıkım **E.** Kod 4: Dentinden yansıyan karanlık gölge görünümü **F.** Kod 5: Dentinin açığa çıktığı belirgin kavitasyon **G.** Kod 6: Dentinin gözle görülebildiği büyük kavitasyon (Bayrak ve Selvi-Kuvvetli).

Tablo 3. Pit ve Fissürler için çürük belirleme kriterlerinin detaylı olarak tanımlanması (Gugnani ve ark., 2011, Shivakumar ve ark., 2009b)

	Kod	Tanımlama
Pit ve fissürler	0	Çürük bulgusu yoktur. 5 saniye boyunca hava kurutmasının ardından minenin translüsensinde herhangi bir değişim olmaz. Mine hipoplazisi, fluorozis, diş aşınması ve iç/dış renklemeler sağlam diş kabul edilir.
	1	Diş nemli iken çürük bulgusu yoktur. Fakat yaklaşık 5 sn hava ile kurutulduktan sonra diş yüzeyinde erken çürük bulgusunu ifade eden kahverengi-beyaz renk değişimi görülür. Bu değişim yalnızca pit ve fissürlerdedir.
	2	Çürük, diş nemli iken opak (beyaz nokta lezyonu) ve/veya kahverengi renklenme olarak görülür ve bu renklenme fissür/fossalardan daha geniş bir yer kaplar. Kod 3 lezyonundan ayırt edebilmek için yüzey hava ile kurutulmalıdır. Kod 3 lezyonda mine yüzeyi çökmüştür.
	3	Nemli diş yüzeyinde doğal fissürlerden daha fazla yer kaplayan beyaz veya kahverengi lezyon bulunur. Kurutulduktan sonra pit veya fissürlerde diş dokusunda bir kayıp olduğu görülür. Kavite duvarında ve tabanında yalnızca mine dokusu vardır, dentin açığa çıkmamıştır.
	4	Sağlam mine boyunca dentinden yansıyan gölge gibi görünür. Lokalize doku yıkımı vardır veya yoktur. Diş nemliyken gölge daha rahat görülür; gri, mavi veya kahverengi olabilir.
	5	Opak veya renklenmiş mine ile birlikte dentin dokusunu da içine alan, diş yüzeyinin yarısını aşmayan düzeyde kaviteasyon vardır.
	6	Diş yüzeyinin en az yarısını içine alan ve dentin dokusunun bulunduğu opak ya da renklenmiş kaviteasyon vardır. Dişin yarısından fazlası veya pulpa kaviteasyona dahildir.

Tablo 4. Düz yüzeyler (Mesial-distal) için çürük teşhis kriterlerinin detaylı olarak tanımlanması

Düz Yüzeyler (Mesial Ve Distal)	Kod	Tanımlama
	0	Hava ile 5 sn kurutmanın ardından minenin translusensinde hiçbir değişiklik yoktur.
	1	Diş nemli iken hiçbir şekilde çürük aktivitesine işaret edebilecek bir değişiklik yoktur, fakat yaklaşık 5 sn hava ile kurutulduktan sonra çürük opasitesi veya renk değişikliği (beyaz veya kahverengi lezyon) görülür. Lezyon bukkal veya lingual yüzeylerden izlenir.
	2	Diş nemli iken çürük opasitesi (beyaz nokta lezyonu) ve/veya kahverengi çürük renklenmesi gözlenir. Bu lezyon bukkal veya lingual yüzeylerden bakıldığında görünür. Oklüzal yüzeyden bakıldığında, opasite veya renklenme marjinal sırt boyunca mine ile sınırlı olacak şekilde gölge şeklinde görülebilir.
	3	Hava ile 5 sn kurutmanın ardından bukkal veya lingualden bakıldığında mine dokusunun devamlılığının belirgin bir şekilde kaybolduğu gözlemlenir. Kavitenin duvarların ve tabanını tamamen mine dokusu oluşturur, dentin dokusu kaviteye dahil değildir.
	4	Marjinal sırt, mine dokusu bukkal veya lingual duvarlar boyunca dentinden yansıyan karanlık görünüm mevcuttur. Diş nemliyken gölge daha rahat görülebilir; gri, mavi veya kahverengi olabilir.
	5	Opak veya renkleşmiş mineyle birlikte dentin dokusunu içine alan kavitasyon mevcuttur.
	6	Dişte belirgin düzeyde doku kaybı mevcuttur. Kavitasyon derin ve geniş olabilir. Dişin duvar ve tabanında dentin izlenir. Marjinal sırt görülebilir ya da görülmeyebilir.

Tablo 5. Dişin yüzeylerine göre (bukkal-lingual-palatinal) çürük belirleme kriterlerinin detaylı olarak tanımlanması

Düz Yüzey (Bukkal-Lingual)	Kod	Tanımlama
	0	5 sn hava kurutmasının ardından minenin ışık geçirgenliğinde hiçbir değişiklik yoktur.
	1	Diş nemli iken herhangi bir çürük aktivitesi belirteci yoktur fakat yaklaşık 5 sn hava kurutmasının ardından çürük opasitesi veya renk değişikliği (beyaz veya kahverengi lezyon) görülür.
	2	Diş nemli iken opak çürük lezyonu (beyaz nokta lezyonu) ve/veya kahverengi çürük renklenmesi gözlenir. Lezyon diş eti sınırına yakın bölgede görülür.
	3	Diş yüzeyi hava ile yaklaşık 5 sn kurutulduktan sonra mine dokusunun devamlılığını belirgin bir şekilde kaybettiği gözlemlenir. Dentin dokusu çürüğe dahil olmamıştır.
	4	Sağlam mine boyunca dentinden karanlık bir yansıma görülür. Bölgesel yıkımı vardır/yoktur. Diş nemliyken gölge daha rahat görülebilir; gri, mavi veya kahverengi olabilir.
	5	Opak veya renklenmiş mineyle birlikte dentin dokusunu da içine alan kavitasyon bulgusu mevcuttur.
	6	Dişte belirgin bir doku harabiyeti vardır. Kavitasyon derin ve geniş olabilir. Dişin duvar ve tabanında dentin kolayca izlenir. Kavitasyon dişin ½'sinden daha büyük bir alanı kaplar ve pulpayı içine alabilir.

2.4.10.2 ICDAS II'de restorasyon/örtücü için önerilen skarlama sistemi

Restorasyon ve fissür örtücüler için iki basamaklı kodlama sistemi (X-Y) kullanılmaktadır. İlk skarlama (X), diş üzerindeki restorasyona, fissür örtücüye, kurona veya dişin durumuna göre yapılır. İlk basamak için skarlama kriterleri Tablo 6.'da açıklanmıştır. İkinci skor ise Y'dir. İkinci basamak için kodlama kriterleri ise Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 6. ICDAS II’de restorasyon/örtücü için önerilen kodlama sistemi

Birinci Basamak Skoru	Tanımlama
0	Kısmi fissür örtücü
1	Fissür örtücü
2	Diş renginde restorasyon
3	Amalgam restorasyon
4	Paslanmaz çelik kuron
5	Porselen, altın veya metal destekli porselen kuron veya vener, inley, onley ve diğer restoratif materyaller
6	Eksik veya kayıp restorasyon
7	Geçici restorasyon
8	Diğer durumlar için kullanılan skorlar

Tablo 7. ICDAS II’de restorasyon/örtücü için önerilen kodlama sistemi

İkinci Basamak Skoru	Tanımlama
0	Restorasyon/örtücü birleşiminde diş yüzeyi sağlamdır, çürük belirtisi yoktur.
1	Diş hidrate iken herhangi renk değişimi yoktur fakat hava spreyi ile kurutmanın ardından demineralizasyona bağlı opasite veya renk değişimi görülür.
2	Diş ıslak gözlenmelidir. Eğer restorasyonun sınırı minedeyse, ıslakken demineralizasyona bağlı opasite veya sağlam mine görünümünde olmayan renklenme görülür. Eğer restorasyonun sınırı dentindeyse, sağlam dentin izlenimi vermeyen renklenme gözlenir.
3	Restorasyon/örtücü birleşimindeki kavitasyon 0.5 mm’den azdır. Demineralizasyona bağlı opasite veya renkleşme şeklinde görüntü verir.
4	Dentin dokusunun izlenmediği lokalize mine harabiyeti veya bozulmamış mine sınırı boyunca dentinden yansıyan gölge görünümü vardır. Bu görüntü ıslakken daha belirgindir ve gri, mavi, turuncu veya kahverengi renklerde olabilir.
5	Kod 4’te ifade edilen çürük belirtileri ile ara yüzde dentinin gözle görüldüğü restorasyon/örtücüye komşu belirgin kavitasyon görülür. Kavitasyon 0.5 mm’den daha geniştir.
6	Diş dokusunda belirgin harabiyet vardır. Kavite geniş veya derin olabilir. Dentin hem kavite duvarlarında hem de tabanda belirgin biçimde izlenir.

2.5. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri

1893'te G.V. Black, dişlerde oklüzal fissürler ve aproksimal temas noktaları gibi anatomik olarak plak birikimine yatkın sağlam diş yapılarının uzaklaştırılmasının çürük oluşumunu ve ilerlemesini azaltacağını öne sürmüştür (Caufield ve Griffen, 2000, Elderton, 1984). Yapılan güncel araştırmalarla çürük patogenezi ve dişlerin doğal savunma mekanizmaları ile ilgili yeni bilgiler edinilmiş, adeziv materyallerin ve minimal invaziv diş hekimliği ışığında alternatif yöntemler geliştirilmesiyle birlikte, Black prensiplerinin geçerliliğini yitirmiştir (Ericson, 2004).

Minimal invaziv diş hekimliği, dokunun özgünlüğüne belirli ilkelere ve kurallara uyarak saygı gösterilmesidir (Ericson, 2004). Tüm diş hekimliği uygulamalarında kullanılabilecek bir kavram ve yaklaşımdır (Tuncer ve ark., 2014). Minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımıyla; makro-retantif tutuculuk sağlayan "G.V. Black" kavite yerini, minimal hazırlanan kavite preparasyonları almıştır (Tyas ve ark., 2000). Bu konsept, çürükten etkilenmiş (caries-affected) dentin dokusunu mümkün olduğunca korumak amacıyla, enfekte çürük (caries-infected) dentin dokusunun selektif olarak kaldırılması anlamına gelmektedir (Tyas ve ark., 2000). Çürüğün tamamen uzaklaştırılmadığı bu yöntem, özellikle pulpaya yakın çürük lezyonlarının tedavisinde pulpa ekspozu ve postoperatif pulpal komplikasyonları önemli ölçüde azaltılması bakımından çürüğün tamamen uzaklaştırıldığı durumlara göre oldukça avantajlıdır (Schwendicke ve ark., 2013).

2.5.1 Atravmatik restoratif tedavi (Art) uygulaması

Yeni gelişmekte olan ülkelerde uygulanan bu teknik, ilk kez 1980'lerin ortalarında Tanzanya'da saha çalışmalarında geliştirilmiştir. Ayrıca ART tekniği, klinik şartlarda tedavi edilmesinde zorluklar yaşanan, anksiyetik, fiziksel veya mental retardasyona sahip bireylerin, çocukların, yatalak hastaların ve yaşlıların tedavilerinde de önerilmektedir. Döner aletin yarattığı titreşim olmadığından lokal anesteziye ihtiyaç duyulmayan, nispeten ağrısız, fazla preparasyon gerektirmeyen, uygulaması kolay, düşük maliyetli, minimal invaziv, pulpa ekspoz ihtimalinin az olduğu bir yöntemdir (Frencken ve ark., 1994)

ART tekniğinde çürük diş dokusu sadece el aletleri yardımıyla uzaklaştırılır ve kaviteye komşu tüm mine fissürleri, büyük oranda konvansiyonel cam iyonomer simanlar (CİS) ile örtülür. ART tekniğinin kolay uygulanmasına rağmen çürük uzaklaştırma etkinliğinin geleneksel yöntemle kıyasla yetersiz kalması büyük bir dezavantajdır. Bunun yanı sıra hekim için yorucu ve zaman alıcı bir yöntemdir. Marjinal sızıntıyı yeterli düzeyde engelleyememesi nedeniyle yalnızca bir yüzlü restorasyonlarda başarılı olabildiği öne sürülmüştür (Şener ve ark., 2011).

2.5.2 Mekanik döner aletler

Geliştirilen ilk mekanik yöntem, çürüğün döner aletler ve dental frezler yardımıyla uzaklaştırmasıdır (Yip ve Samaranayake, 1998). Bu kombine yöntem yüksek ve düşük hızlarda su soğutmalı ve/veya soğutmasız aeratör ve mikromotor başlıkları ile frezlerden oluşur. İlk olarak çelik frezler üretilmiş, sonra tungsten karbit, ardından 1900'lerin sonlarında elmas frezler tanıtılmıştır (Vinski, 1979). Kavite preparasyonu sırasında çürük lezyonuna ulaşmak için minede aeratör ile kombine kullanılan yüksek hızla dönen frezler, çürüğün uzaklaştırılması için ise mikromotor ile kullanılan, düşük hızla dönen frezler önerilmektedir (Banerjee ve ark., 2000b).

Döner enstrümanların hızı enstrümanın bir dakikadaki tur sayısı ile ifade edilir (rpm). Döner enstrümanlar hızlarına göre aşağıdaki gibi kategorize edilir:

- Düşük veya çok düşük hız (12.000 rpm'in altında)
- Orta hız (12.000- 200.000 rpm)
- Yüksek veya çok yüksek hız (200.000 rpm'in üzerinde)

Diş hekimliği uygulamalarında en sık kullanılan araçlar ise düşük hızdaki (mikromotor ve angldruva) ve yüksek hızdaki döner enstrümanlardır (aereter). Sağlam diş sert dokularını düşük hızdaki döner aletlerle kaldırabilmek mümkündür fakat etkinliği düşük olan bu uygulama, hasta ve hekim açısından travmatiktir. Yöntemin zaman alıcı olması nedeniyle hekim tarafından işlem sırasında uygulanan kuvvet diş sert dokularında ısı artışı ve titreşim oluşturur. Düşük hızla çalışan enstrümanlar diş lekelerinin ve çürük dentin dokusunun uzaklaştırılmasında, restorasyonların bitim ve cila prosedürlerinde daha kullanışlıdır. Bu enstrümanlar ile ilgili alandan dokunma

hissi alınabilmekte ve diş yüzeylerinde aşırı derecede ısı oluşumu gibi problemlere rastlanmamaktadır.

2.5.2.1 Çelik frezler

Çelik frezler, insan dentinini düşük hızlarda keserek iyi performans göstermesine rağmen daha yüksek hızlarda veya mine dokusu ile temas ettiğinde hızla körelir. Frezlerin körelmesi sonucu kesme etkinliğinde meydana gelen azalma, ısı artışı ve titreşim gibi olumsuzlukları beraberinde getirir.

2.5.2.2 Karbit frezler

İlk olarak 1947'de tanıtılan karbit frezler, preparasyon için büyük ölçüde çelik frezlerin yerini almıştır. Karbit frezler çelik frezlere göre özellikle yüksek hızlarda üstün performans göstermekle beraber etkinlikleri tüm hızlarda çelik frezlerden fazladır.

Minimal invaziv diş hekimliği anlayışının klinik pratiğinde yer edinmesiyle birlikte enfekte dentin dokusunun selektif olarak uzaklaştırılması için son yıllarda farklı materyallerle üretilen frezler tanıtılmıştır.

2.5.2.3 Polimer frezler

Enfekte dentin çürüğünü uzaklaştırmak amacıyla yumuşak poliamid polimer materyalinden üretilen tek kullanımlık frezlerdir. Polimer frezlerin Knoop sertlik değerleri 50 iken, çürük dentinin Knoop sertlik değeri 0 ile 30 arasındadır; sağlıklı dentinin Knoop sertlik değeri ise 70 ile 90 arasında değişmektedir (Dammachke ve ark., 2008, Maarouf ve ark., 2018) .Bu nedenle çürük dentinin uzaklaştırılması sırasında frezde aşınma olmazken sağlıklı dokuya gelindiğinde frez aşınmaktadır. Ancak geleneksel çelik ve karbid frezlere göre çürük temizleme süresinin daha uzun olduğu ve etkinliğinin daha az olduğu bildirilmiştir (Allen ve ark., 2005, Divya ve ark., 2015).

2.5.2.4 Seramik frezler

Günümüz teknolojisinde polimer frezlerden sonra; çürük dentin dokusunu uzaklaştırmak için, alumina-yttria seramik bazlı, stabilize zirkondan yapılmış ve yavaş hızda dönen, yeni bir enstrüman olarak seramik frezler geliştirilmiştir. Bu frezlerin; sağlam diş dokusunu minimum miktarda uzaklaştırdığı, yumuşak ve çürük dentini ise

yüksek etkinlikte kaldırma gücüne sahip olduğu belirtilmektedir (Ismail ve Al Haidar, 2019). Ayrıca, bu frezlerin yine çürük dentini kaldırmada geleneksel tungsten karbid frezler kadar etkili olduğu bulunmuştur (Damaschke ve ark., 2008, Vusurumarthi ve ark., 2020).

2.5.3 Kemo-mekanik yöntem

Kemo-mekanik yöntem ile çürüğün uzaklaştırılması, geleneksel yöntemlere alternatif arayan hastaların tedavisi için bir çözüm olmuştur. Kanıtlanmış etkinliği, güvenilirliği, lokal anestezi ve frez ihtiyacını ortadan kaldırması, sadece çürük dokuyu uzaklaştırıp sağlıklı diş dokusunu koruması, sesin-titreşimin-ağrının azalması ve hastanın kaygı düzeyinin düşük seyretmesi kemo-mekanik yöntemin sunduğu önemli avantajlardır. Ayrıca konservatif bir yöntem olması, atravmatik çalışma prensibine sahip olması, bakterisid ve bakteristatik etkisinin oluşu ayrıca smear tabakası oluşturmaması bu yöntemin diğer önemli özellikleridir (Avinash ve ark., 2012, ERDEMİR, 2006, Li ve ark., 2011, Varun ve ark., 2018).

Kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları, sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzim bazlı olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır:

2.5.3.1 Sodyum hipoklorit bazlı ajanlar

- *GK-101 (N-monokloroglisin)*: % 5'lik sodyum hipoklorit'e sodyum hidroksit, sodyum klorür ve glisin eklenmesiyle oluşturulmuştur (Schutzrank ve ark., 1978). GK-101 çürük dentini seçici olarak çözerek ve sağlam diş yapısının korunmasına imkan sağlar. Uygulamada anestezi gerektirmeyen ve ağrı hissinin minimal düzeyde tutulduğu bu yöntem, geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında çürük dokunun uzaklaştırılması için daha uzun süreye ihtiyaç duyar.
- *GK-101E (Caridex)*: Çürük dentindeki kollajenin yıkımı ile çürük dokuyu uzaklaştırır. Fakat maliyet, raf ömrünün kısa olması, çürük lezyonun uzaklaştırılabilmesi için kuvvetlice kazıma yapılması gerekliliği (Rompen ve Charpentier, 1989), kullanılan solüsyon miktarının çokluğu, özellikle minimal kaviterlerde (Zero ve ark., 2009) uygulama zorluğu gibi dezavantajlar nedeniyle bu ajanın klinik kullanımı sınırlıdır (Beeley ve ark., 2000).
- *Carisolv*: Carisolv, yapısında amino bütirik asit yerine lösin, lizin ve glutamik asitten oluşan üç amino asit bulundurur. Amino asitler ve sodyum hipoklorit,

kullanımdan önce eşit miktarlarda oda sıcaklığında karıştırılarak kaviteye uygulanır (Banerjee ve ark., 2000b). Hazırlanan solüsyonun pH'sı yaklaşık olarak 11'dir (Ericson ve ark., 1999). Sodyum hipokloritin, kimyasal etkinliği nedeniyle nekrotik olmayan dokuları da parçalayabildiği belirtilmiştir (Nakamura ve ark., 1985). Karışım sonucu üç amino asit klorüre bağlanır ve yüksek pH'ya sahip mono-di kloraminleri oluşturur; böylelikle bağlanan klorun nekrotik olmayan dokulara nüfuzu minimize edilerek materyalin özellikle denatüre protein ve kollajenleri parçalamaya yönlendirilebileceği ifade edilmiştir (Davies ve ark., 1993).

2.5.3.2 Enzim bazlı ajanlar

Papacarie: Papain bazlı bir ajandır. İnsan pepsin enzimine benzer özelliklerle, proteolitik bir enzim olan ve bakterisit, bakteriostatik ve antienflamatuar etkiye sahip papain; Brezilya, Hindistan, Güney Amerika ve Havai'de yetişen yeşil olgun papaya yapraklarından elde edilmektedir (Bussadori ve ark., 2005). Yıkıma uğramış dokuları uzaklaştırmak amacıyla içeriğine kloramin ilave edilmiştir (Hamama ve ark., 2014). Papainin, sağlıklı dokularda bulunan alfa-1-antitripsin (plazmatik proteaz inhibitörü) karşısında proteolitik aktivitesini kaybetmesi nedeniyle yalnızca çürük dentin dokusundaki bozulmuş olan kollajene etki ederek sağlam diş dokusunu koruduğu bildirilmiştir (Motta ve ark., 2009).

Carie Care (Uni Biotech, Pharmaceuticals Pvt., Hindistan): Etken maddesi papain enzimi olan bir diğer kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanıdır. İlaveten bir endoprotein, kloramin, boya maddesi ve antienflamatuvar özelliğe sahip, hafif düzeyde anestezi etki gösteren bitkisel kaynaklı esansiyel yağlar içermektedir. Carie Care, çürük dokuya uygulandığında enfekte dentinin rengini değiştirmeden yumuşatır. Yumuşayan dentin keskin, kaşık şeklindeki bir ekskavatör ile uzaklaştırılır (Venkataraghavan ve ark., 2013).

Biosolv (SFC-V ve SFC-VIII, 3M -ESPE AG, Seefeld, Almanya): Biosolv jeli, bir fosforik asit ve sodyum biyofosfat ile tamponlanmış pepsin enzimi içermektedir (Clementino-Luedemann ve ark., 2006). Jelin içeriğindeki pepsin, enfekte dentin dokusunda bulunan, yapısı bozulmuş olan kollajen fibrilleri selektif olarak yıkıma uğratarken, içeriğindeki fosforik asidin de inorganik yapıyı çözdüğü iddia edilmektedir. Yumuşamış olan dentin dokusu, jel için özel olarak tasarlanmış olan

plastik el aletleri ile sağlam diş sert dokularına zarar vermeden kolayca uzaklaştırılır (Hamama ve ark., 2014).

Brix 3000: 2012 yılında piyasaya sürülen bu ürün, yapraklı lateks ve yeşil papaya meyvelerinden elde edilen ((Carica) Papaya) papain bazlı ajanlardan biridir. Kollajen üzerinde proteolitik aktiviteye sahip olan bu ajan, Papacarie'ye benzer olarak bir antiproteaz olan α -1 antitripsin içerir ve bu nedenle sağlıklı dokularda yıkıma sebep olmamaktadır. İçerdiği papain miktarı, üretici firma tarafından belirlenmiş olup (% 10'luk bir konsantrasyonda 27 3,000 U/mg), EBE teknolojisi (Encapsulating Buffer Emulsion) ile ideal pH'da stabilize edilmiştir (Felizardo ve ark., 2018). Çürük dokudaki kollajen fibrilleri kolayca uzaklaştırabilmesi, oral sıvılarda az çözünmesi, saklanması için soğuk zincir gerektirmemesi, antibakteriyel, antifungal, antiseptik etkiye sahip olması, renginin mavi olması nedeniyle oluşabilecek pulpa ekspozlarında kanamanın erken fark edilebilmesi BRIX-3000'nin avantajları arasındadır. Dermatolojik testlerle göz ve deriyle teması halinde herhangi bir reaksiyona oluşmadığı bildirilmiştir (Ismail ve Al Haidar, 2019).

2.5.4 Sonik ve ultrasonik cihazlar (sono- abrazyon)

Diş hekimliği dünyasına ilk tanıtıldıklarında kök kanal preparasyonu ve apikal rezeksiyon ile sınırlı olan kullanım alanları adeziv sistemlerin gelişmesiyle restoratif tedaviler dahil olmuştur (Yalçın Çakır, 2014). Sonik ve Ultrasonik cihazlar, çürüğü temizlerken komşu diş yüzeyini ve marjinal sırtı zedelemekten, proksimal yüzeylerde preventif preparasyonlar yapmaya izin verirler (Koubi ve Tassery, 2008). Preparasyonda kullanılan ossilasyon yapan uçların elmas kaplı çalışma yüzü lezyona doğrudur. Komşu dişe yönlendirilmiş çalışmayan yüz ise düz ve elmas ile kaplı değildir. Bu uçların sağlıklı dokulara zarar vermeden çürüğü uzaklaştırması, sadece remineralize olamayacak mine ve etkilenmiş dentini uzaklaştırması, dişeti ve komşu diş koruması, kısa preparasyon süresi sağlaması avantajları arasındadır (Hugo ve Stassinakis, 1998). Bu cihazlar kullanılarak, tünel kaviterler, slot kaviterler ve minimal invaziv Class II kaviterler açılabilir, bizotaj yapılabilir. (Hugo ve Stassinakis, 1998, Weisrock ve ark., 2011).

2.5.5 Air abrazyon yöntemi

Air abrazyon tekniği, aşındırıcı parçacıkların yüksek hava basıncıyla diş yüzeyine püskürtülmesi prensibine dayanmaktadır. Döner aletler kullanmadan atravmatik bir şekilde çürük uzaklaştırmayı hedefleyen ve sağlayan bir metottur. Diş yapısının kesilmesinde sıkça kullanılan aşındırıcı parçacıklar ortalama 27-29-30 µm boyutundaki Alumina (Al_2O_3)'dır. Partiküllerin diş yüzeyine püskürtülmesi diş yüzeyinden küçük parçaların uzaklaştırılması ve irregüler yüzeylere sahip kaviteelerin açılmasını sağlar, bu düzensiz yüzeyler ise adeziv restorasyonların adezyonunda avantaj sağlamaktadır (Antunes ve ark., 2008). Anestezi gereksinimi ortadan kalkması, dişte ağrı, titreşim, ısı veya basınç oluşturmada ve döner aletlere kıyasla daha sessiz çalışabilmesi nedeniyle çocuklarda rahatlıkla tercih edilebilen bir yöntemdir.

Tıpta ve diş hekimliğinin farklı alanlarında yer bulan olan bioaktif camlar, son zamanlarda restoratif diş hekimliğinde dentin aşırı hassasiyetinin tedavisinde, mine remineralizasyonunda ve direkt pulpa kuafajında kullanılmaktadır. Air abrazyon yoluyla uygulanma amacıyla bu cihazları için küçük partiküller halinde bioaktif cam tozları mevcuttur.

Biyoaktif cam nano partikülleri, küçük boyutu sayesinde vücut sınırları içerisinde daha küçük alanlara ulaşabilmektedir. Özellikle dentin rejenerasyonunun amaçlandığı durumlarda, aktif bileşenin 2-3 m çapındaki tübüllerden kolayca geçebilmesi avantaj sağlar (Brunner ve ark., 2009, KULAN ve ULUKAPI, 2011). Yapılan bir araştırmada ise bioaktif cam partiküllerinin mine yüzeyindeki çürüğü sağlam dokuları etkilemeden, selektif bir şekilde uzaklaştırdığı bildirilmiştir (Banerjee ve ark., 2011a, Banerjee ve ark., 2011b).

Biyoaktif camlar (BAC) alümina tozlarının yerini alabilir ve geleneksel el aletlerine alternatif olarak hava-aşındırma sistemleri için operatif diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır. BAC'ın sağlam dokularda minimum kayıpla kavite preparasyonları oluşturma yeteneği, kendine özgü mekanik özelliklerine bağlanmaktadır: i) Young modülü: 35 GPa; ii) Vickers sertliği: 458 VHN. Bu değerler alüminadan (380 GPa ve 2300 VHN) önemli ölçüde daha düşüktür, ancak sağlam dentine benzer bir Young modülü ve Vickers-sertliği ile mineye benzemektedir (Banerjee ve ark., 2008, Paolinelis ve ark., 2006).

Bir air abrazyon cihazında (Aquacut Quattro, Velopex International, UK) kullanılan biyoaktif cam 45S5 (Sylc, OSspray Ltd., Londra, UK) veya deneysel poliakrilik asit (PAA) katkılı biyoaktif camın (BAG-PAA), SEA'lar veya rezin modifiye cam iyonomer siman (RMGIS) kullanılırken oluşturulan dentin-bağlı arayüzün bütünlüğünü ve bağlanma gücünü koruyabilen bağlanma arayüzünde terapötik özelliklere sahip biyoaktif bir smear tabakası üretebileceği savunulmuştur (Sauro ve ark., 2012a, Sauro ve ark., 2012b).

2.5.6 Floresans destekli çürük uzaklaştırma yöntemi (FACE)

Bir maddenin floresans özelliği, ışığın bir madde tarafından emilmesi ve aynı zamanda daha uzun bir dalga boyunda yayılması olarak tanımlanmaktadır. Floresans bir madde, aldığından daha fazla görünür ışık yayar, bu sayede da sadece üzerine düşen görünür ışığı yansıtabilen floresan olmayan bir maddeden daha parlak görünür.

Dentin çürüğünde bulunan bakteriler, metabolizmalarının sonucunda bol miktarda yan ürün üretmektedirler. Bunlar porfirin ve türevleri (protoporfirin IX, koproporfirin) olarak bilinmektedirler ve sağlıklı diş yapısındaki konsantrasyonları yok denecek kadar düşüktür. Bu sebeple bu moleküller diş çürüğünün saptanmasında bir belirteç olarak kullanılabilir. Porfirinler 390 ile 420 nm aralığında dalga boyunda, görünür mor-mavi bir ışıkla uyarılabilmektedirler (Buchalla, 2005, Buchalla ve ark., 2004, Walsh, 2018). FACE (Fluorescence Aided Caries Excavation) olarak adlandırılan bu teknik ile, enfekte olmamış dentin dokusu korunarak, enfekte dentin dokusunun selektif olarak kaldırılması sağlanmaktadır (Lennon, 2003).

2.5.7 Fotoablasyon yöntemleri (lazerler)

Diş hekimliğinde en sık; Karbon Dioksit (CO₂), Erbium: Yttrium, Alüminyum, Garnet (Er:YAG), Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet (Er, Cr: YSGG), Neodymium: YAG (Nd: YAG) ve Diyet lazerler kullanılmaktadır. Bilinen bu lazer tipleri içinden; mine, dentin gibi mineralize diş sert dokularındaki çürüğün en etkili şekilde uzaklaştırılması ve kavite preparasyonları işlemleri için Erbium lazerler (Er:YAG, Er,Cr:YSGG) tercih edilmektedir (Bader ve Krejci, 2006, Hadley ve ark., 2000). Er-YAG lazerler güçlü bir şekilde suyu absorbe etmekte ve suyun dentinde hızlı ve yoğun vaporizasyonuna neden olmaktadır. Bu durum, dişin sert doku bileşenlerinde bozulmalara neden olmaktadır (de Almeida Neves ve ark., 2011).

Konvansiyonel yöntemlere göre lazer ile çürük uzaklaştırılması konusunda sınırlı sayıda kanıt olmasına rağmen; araştırmacılar Er-YAG lazerlerin frezlere göre daha etkili olduğunu ve hastaların anestezi ihtiyacının ve ağrı hissinin daha az olmasından dolayı lazerleri tercih ettiklerini ifade etmişlerdir (Jacobsen ve ark., 2011).

2.5.7.1 Floresans Geribildirim-Kontrollü Er:Yag Lazer Cihazı İle Çürük Dokusunun Uzaklaştırılması

Lazer ile çürük kaldırılmasında yeni bir yöntem de; Erbium lazer sistemlerinin çürük uzaklaştırma yeteneği ile çürük teşhisinde kullanılan lazer floresans teknolojisinin kombine kullanıldığı yöntemdir. Bu sistemde Er: YAG lazer ışınlama; kırmızı-kızıl ötesi diagnostik diyot lazer tarafından üretilen geribildirim yanıtına göre, tek bir ünite (Key III, Kavo Dental) kontrol edilmektedir. Böylece, kendi kendini sınırlayan bir lazer ablasyonu oluşmaktadır. Bir araştırmada floresans geri bildirim kontrollü lazerin çürük ablasyonu sırasında meydana getirdiği ısı, farklı atım sayılarına sahip üç farklı Er:YAG lazer cihazı ile kıyaslandığında, pulpa canlılığını tehlikeye atmayan, anlamlı düzeyde düşük ısı olduğu bildirilmiştir (Baraba ve ark., 2018).

2.6. Çürük Uzaklaştırma Etkinliğinin Belirlenmesi

2.6.1 Görsel ve dokusal muayene

Klinikte çürük uzaklaştırmayı takiben aydınlatma altında ayna ve sond ile kalan diş dokusunun renginin ve sertliğinin değerlendirilmesi en yaygın yöntemler arasındadır. Renklenme genellikle kronik çürüklerde olup genişliği bakteri invazyonu ile sınırlıdır, akut çürüklerde ise renklenme daha nadirdir. Sond, çürük saptanmasında dokunun sertliğini kontrol etmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Dorothy McComb, 2000). Yaygın olarak çürük teşhisi, fissürlerdeki çürük lezyonlarının keskin bir sond ucunun fissürlere batırılması yöntemiyle yapılmaktadır (Kidd ve ark., 2003, Kidd ve ark., 1996). Fakat sondun retansiyonu çürüğün varlığından başka özellikle sond ucunun boyutu, uygulanan basınç ve fissür morfolojisine de bağlıdır (al-Sehaibany et al., 1996). Bu nedenle muayenenin künt uçlu bir sond yardımı, iyi bir aydınlatma ve mümkünse büyütme ile yapılması önerilir.

2.6.2 Çürük tespit boyaları

Çürük tespit boyalarının enfekte dentinin tespit edilmesini kolaylaştırabilmek amacıyla kullanılabileceği bildirilmiştir (Fusayama, 1979). Bazik fuksin, propilen glikol içerisinde %1 asit kırmızı ve povidon iyodür çürük boyası olarak kullanılmış, ancak genotoksisite çalışmalarında bazik fuksinin ciddi mutajenik etkileri gözlenmiştir (Hagiwara ve ark., 2006, Miyachi ve Tsutsui, 2005, Yamaguchi ve Tsutsui, 2003). Yapılan bazı çalışmalarda, çürük boyalarının pulpaya yakın alanlar ve mine dentin bileşimi gibi daha az mineralize bölgeleri çürük dokuya benzer şekilde boyayabilmesi nedeniyle hatalı teşhise yol açabileceği gösterilmiştir (Ansari ve ark., 1999, Boston ve Graver, 1989, Dorothy McComb, 2000, Maupome ve ark., 1995, Yip ve Samaranayake, 1998). Bunun üzerine sonradan üretilen Carbolan Green, Coomassie Blue ve Lissamine Blue ile bazik fuksin ve asit kırmızı karşılaştırılmış ancak bu boyaların da sağlam ve çürük dentini ayırt edemediği görülmüştür (Ansari ve ark., 1999, Dorothy McComb, 2000, Yip ve Samaranayake, 1998). Mikrobiyolojik çalışmalar ise; çürük boyalarıyla boyanan ve boyanmayan bölgeler arasında mikroorganizma sayısı bakımından anlamlı fark bulunmadığı belirtilmiştir (Kidd ve ark., 1993). Çürük uzaklaştırmada daha seçici bir yaklaşımın geliştirilebilmesi için mineralizasyon derecesi yanıltıcı olabileceğinden, üretilecek çürük boyaları daha ziyade karyojenik bakterilere ve/veya dentin matriksin yıkım ürünlerine yönelik olmalıdır (Hacıoğulları ve ark.).

2.6.2 Lazer floresans

Son yıllarda çürük doku uzaklaştırmanın sınır noktasını belirlemek için kullanılan yaygın ve geçerli bir yöntem de lazer floresans (DIAGNOdent Pen) ölçümleridir (Ceballos ve ark., 2003; Ünlü ve ark., 2010). Çürük boyalarına kıyasla DIAGNOdent Pen'in etkilenmiş dentin çürüğünü belirlemede daha başarılı olduğu belirtilmiştir (Iwami ve ark 2004). Ceballos ve arkadaşları yaptıkları çalışmada etkilenmiş dentinde yüksel lazer floresans değerleriyle beraber düşük mikrosertlik derecesi kaydetmişlerdir(Ceballos ve ark., 2003). Dentindeki kollajen miktarı, smear tabakası, ortamdaki nem ve dokudaki renklenmenin DIAGNOdent ölçüm sonuçlarını etkilediği bildirilmiştir (Mendes ve ark., 2005)

2.7. Hacim Kaybının Değerlendirilmesi

Çürük, travma, endodontik tedavi, iatrojenik faktörler gibi durumlar enfekte dokuların yanında sağlıklı diş dokularının da kaybıyla sonuçlanır. Kaybedilen dokular restoratif ve protetik tedaviler ile yerine konulmaya çalışılır. Minimal invaziv diş hekimliği konsepti dahilinde, dental işlemler sırasında madde kaybının minimize edilmesi, restorasyonun sağkalımı açısından önemlidir. Aşırı madde kayıplı dişlerde meydana gelen en yaygın başarısızlık sebeplerinden biri restorasyonun kırılmasıdır (Altıncı ve Kiremitçi, 2007). Diğer yandan, restorasyon hacmi büyüdükçe ve derinleştikçe, yüzeyde etkili bir hibrit tabaka oluşturacak daha az intertübüler dentin bulunması nedeniyle adezyon zorlaşmaktadır (Gopikrishna, 2018). Bu durum, post operatif hassasiyet, pulpa ekspozu gibi riskler taşımaktadır.

İleri düzeyde madde kaybı literatürde sıklıkla endodontik tedavi ile birlikte değerlendirilmiş ve kalan sağlam duvar sayısı ve kalınlıkları esas alınmıştır (Alaçam ve ark., 1998, Altıncı ve Kiremitçi, 2007, Tosun ve ark., 2016). Özellikle marjinal sırtlar, proksimal duvarlar, pulpa tavanı gibi kritik destek noktalarındaki kaybın kalan diş dokusunun dayanıklılığını düşürmede etkin olduğu belirtilmiştir (Cavalli, 2011)

2.7.1 Üç boyutlu değerlendirme

2.7.1.1 CBCT

CBCT, maksillofasiyal kemik yapılar, dişler ve çevre dokuların üç boyutlu görüntülerini üretmek için özel olarak tasarlanmıştır. İyonize edici radyasyon sayesinde alınan kesitsel görüntülerin birleştirilerek üç boyutlu görüntü elde edilmesi prensibine dayanır. Geleneksel tıbbi bilgisayarlı tomografiye (BT) kıyasla önemli ölçüde daha düşük bir dozla ideal görüntü elde edilebilmektedir. Pratikte kullanımı yaygın olan bu cihazların 40'tan fazla çeşidi, piyasada yer almaktadır (Patel ve ark., 2014). Diş çekimi ve greftleme sonrası alveolar kemik hacminde oluşan değişimlerin hesaplanmasında (Coopman ve ark., 2020), nazopalatinal kanal, maksiller sinüs gibi anatomik oluşumların morfolojik ve hacimsel değerlendirilmesinde (Acar ve Kamburoğlu, 2015), kök kanal morfolojisinin ve kanal dolum tekniklerinin etkinliğini inceleyen araştırmalarda kullanılmaktadır (Nagaveni ve ark., 2017).

2.7.1.2 Mikro BT

Mikro- bilgisayarlı tomografi sistemi ilk kez 1980'li yıllarda geliştirilmiş, 1999 yılından itibaren deneysel endodonti çalışmalarında kesitler almakta kullanılmasıyla diş hekimliği alanına girmiştir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ile 1 mm³ voksel boyutlarında, mikro BT'ler ile ise 5-10 µm³ voksel boyutlarında kesitsel görüntüler elde edilir. Bu sebeple mikro- BT'ler ile hem BT'den daha iyi çözünürlükte, hem de konvansiyonel BT'ye göre 1.000.000 kez daha küçük alanların verileri alınabilmektedir.

Mikro-BT ile elde edilen veriler kullanılarak bilgisayar programları yardımıyla üç boyutlu görüntüler oluşturulup, istenilen bölgelerde ayrıntılı inceleme ve hesaplamalar yapılabilmektedir. Bu işlem 3 boyutlu (3D) rekonstrüksiyon olarak adlandırılır (Şahin ve Topuz, 2014).

Restoratif diş tedavisinde çürük uzaklaştırma sırasında çıkarılan doku miktarının değerlendirilmesi amacıyla kullanıldığı çok sayıda araştırma mevcuttur (Ferraz ve ark., 2015, Neves ve ark., 2015, Neves ve ark., 2010, Neves ve ark., 2011b). Başka bir çalışmada ise kompozit restorasyonların duvar iç adaptasyonunun değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Han ve Park, 2017).

2.7.1.3 Optik Koherens Tomografi (OCT)

Optik koherens tomografi; kızılötesine yakın dalga boyunda bir ışık (Near-Infrared) kullanarak mikron düzeyinde yüksek çözünürlüklü görüntülerle diş sert dokularının ve yumuşak dokuların optik özellikler farklılıklarının görüntülenmesini sağlayan bir tekniktir (Yavuz ve Kargül, 2019). Optik koherens tomografi yüksek uzamsal çözünürlüğü ile ağız hastalıklarının teşhisinde, diğer diagnostik yöntemlere bir alternatif olarak görülmektedir (Hsieh ve ark., 2013, Shimada ve ark., 2015). Derin ve yüzeysel dokulardan farklı miktarda ışık yansıması prensibinden yola çıkılarak bu farklılardan kaynaklanan gecikme miktarını hesaplanır (Mumcuoğlu ve ark., 2008). Yansıyan ışınlar dokunun kesitsel düzlemindeki optik yansımasını temsil eden görüntüler üretmek üzere yorumlanır. Seri kesitsel görüntüler alınarak elde edilen iki boyutlu taramalardan üç boyutlu görüntü elde edilebilir (Şen Yavuz, 2017). Ultrasonda dokudan yansıyan ses sinyalleri kullanılırken, OCT'de yansıyan ışık sinyalleri ile yorumlamalar yapılması sebebiyle iki sistem birbirine benzetilmiştir. (Wilder-Smith

ve ark., 2010). OCT, 0.5 mm çapında ölçüm yapabilen çok küçük bir optik ağı yüksek çözünürlük kapasitesi ile birleştirerek, objenin mikrometre seviyesinde görüntülenmesini sağlar. İyonize radyasyon içermemesi yöntemin bir diğer avantajıdır.

Restoratif diş hekimliğinde ayrıca diş sert dokularının değerlendirilmesinde (Sahyoun ve ark., 2020), polimerizasyon büzülmesi ve boşluk oluşumunu ile ilgili araştırmalarda (Sampaio ve ark., 2019) kullanılmaktadır. E4D (D4d Technologies, Llc, ABD) gibi bazı ağız içi tarayıcılar optik koherens tomografi prensibiyle çalışmaktadır (Bakı ve ark., 2021).

2.8. Güncel Dental Tarayıcılar

2.8.1 Ağız içi tarayıcılar

Ağız içi (intraoral) tarayıcılar el manipülasyonuna ve ağız içi yerleşime özel olarak üretilmiş bir kamera, bilgisayar ve yazılımdan oluşan tıbbi cihazlardır. İtraoral tarayıcıların amacı, bir objeyi üç boyutlu olarak hassas bir şekilde kayıt altına almaktır. İtraoral tarayıcılar dental arkları kısa sürede görüntüleyerek diğital yazılımlar aracılığıyla verilerin işlenmesine kayıt altına alınmasına olanak sağlar. Gereksiz prosedürleri ortadan kaldırarak iş akışını hızlandıran bu sistemler, diğital diş hekimliğinde önemli bir yer edinmiştir (Logozzo ve ark., 2014, Richert ve ark., 2017). Tabloda bazı güncel intraoral tarayıcılar ve bilgileri yer almaktadır.

Tablo 8. Bazı Güncel İntraoral Tarayıcılar ve Bilgileri

Tarayıcı	Çalışma Biçimi	Işık Kaynağı	Toz	Dosya Uzantısı	Görüntüleme Sistemi	Kablosuz Model	Çürük Belirleme
Cerec Bluecam	Triangulasyon ve Konfokal Mikroskopi	Mavi Led	Yok	.cs3, .sdt, .cdt, .ldt, .stl, .con	Multi İmaj Yapılandırılmış Işık Görüntüleme	Var	Yok
Ios Fastscan	Aktif Triangulasyon ve Scheimpflug Prensibi	Lazer	Var	.stl	3 İmaj Sistem	Yok	Yok
Mia3D	Stereoskopik Fotogrametri	Görünür Işık	Var	.ascii	2 İmaj	Yok	Yok
Itero Element	Paralel Konfokal Mikroskopi	Kırmızı Lazer ve Beyaz Led Emisyon	Yok	özel yazılım, .stl	Multi İmaj	Yok	Yok
Trios 3	Konfokal Mikroskopi	Lazer ve Led	Yok	özel yazılım, .dcm, .stl	Multi İmaj, yapılandırılmış ışık görüntüleme	Yok	Yok
E4Dnevo	Oct ve Konfokal Mikroskopi	Lazer	Yok	.stl	Multi İmaj	Yok	Yok
Lava Cos	Aktif Wavefront Teknolojisi	Mavi Işık	Var	.stl	Video	Yok	Yok
Medit I500	Aktif Triangulasyon	Mavi Işık	Yok	.stl, .obj, .ply	Stereovizyon, 3 Boyutlu Hareketli Görüntüleme, Yapılandırılmış Görüntüleme	Yok	Yok
Carestream Cs 3600	Aktif Triangulasyon	Led, Amber, Blue, Green	Yok	.dcm, .stl, .ply	Hızlı Video Görüntüleme	Yok	Yok
Emerald S	Projected Pattern Triangulasyon	Kırmızı, Yeşil, Mavi Lazer	Yok	.ply, .stl	Çoklu imajlama	Yok	Var
Emerald	Projected Pattern Triangulasyon	Kırmızı, Yeşil, Mavi Lazer	Yok	.ply, .stl	Çoklu imajlama	Yok	Yok
Planscan	Konfokal Mikroskopi ile Uyumlu Tomografi	Mavi Lazer	Yok	.ply, .stl	Çoklu imajlama, Video	Yok	Yok
Zfx intrascan	Konfokal Mikroskopi ve Moirre	Görünür Işık	İsteğe Bağlı	.stl	3 İmaj Sistem	Yok	Yok
Ezscan	Konfokal Mikroskopi	Görünür Işık	Yok	.stl	Fotoğraflama	Yok	Yok
Fussen	Projected Fringe Pattern Triangulasyon	3 Led Işık Kaynağı	Yok	.stl, .ply	3D Video Görüntüleme	Yok	Yok
Dwio	Lazer Triangulasyon	Leds	Var	.stl, .xorder	Video	Yok	Yok
Trios 4	Konfokal Mikroskopi	Kesin Data Yok	Yok	.dcm, .stl, .ply	Multi İmaj	Var	Var
Cerec Primescan	High Resolution	Mavi Led	Kesin Data Yok	kesin data yok	Kesin Data Yok	Yok	Yok
itero Element 5D	Paralel Konfokal Mikroskopi, NIRI	Kırmızı Lazer ve Beyaz Led Emisyon	Yok	özel yazılım, .stl	Multi İmaj	Yok	Var
True Definition (3M)	Aktif Wavefront Teknolojisi	Mavi Led	Var	.stl	3D Video Motion	Yok	Yok
BenQ BIS-1	DLP (Digital Light Processing), Yapısal Işık Görüntüleme	Kesin Data Yok	Yok	.stl, .obj, .ply	Kesin Data Yok	Var	Yok
Helios 600	Kesin Data Yok	Kesin Data Yok	Yok	.stl	Kesin Data Yok	Var	Yok
Cerec Omnicam	Triangulasyon	Beyaz led	Yok	.dxd, cs3, sdt, .cdt, .ldt	Multi İmaj	Yok	Yok
Medit i700	3D hareketli video teknolojisi	Led Işık	Yok		3D tam renkli akış yakalama	Var	Yok

2.8.1.1 Trios 4 (3Shape, Danimarka)

Kalem formundaki cihazın kablolu ve kablosuz seçenekleri bulunmaktadır. Trios 4 cihazının kullanım endikasyonları ;tek ve 3 üyeli implantlar, tek diş restorasyonları, ortodontik tedaviler, post-kor, sabit protetik restorasyonlar (maksimum beş üye) ve porselen lamina veneerlerdir. Tarama sırasında görüntü alanına giren yumuşak dokular bölgeden çıkarılmaktadır. Konfokal mikroskopi ve ultra hızlı optik görüntüleme prensibiyle çalışan Trios 4'ün diğer bir özelliği, ve diş rengi ölçümü (Real colours and shade measurement) yapabilmesidir. Trios sistemi, 3 boyutlu veriyi, STL formatında veya kendi özel formatında (.dcm) aktarabilmektedir. Özel formattaki tarama verileri ise sadece 3Shape'in spesifik CAD yazılım programı ve 3Shape Dental Sistemi ile uyumludur. Önemli bir farklı ise transillüminasyon görüntüleme özelliği bulunmasıdır. Kızılötesi ışınları içeren sistem yardımıyla proksimal çürük teşhisinde olanak sağlar, fakat FDA tarafından onaylanmamış olması nedeniyle bu özelliği kullanım dışıdır (Bakıç ve ark., 2021). Fakat yazılımda bulunan “çürük yardımı” seçeneği ile özellikle derin pit ve fissürlerin sarı-kırmızı renk tonu aralığında görüntülenmesi sağlanarak plak tutulum alanları görüntülenebilir.

2.8.1.2 Element 5D (AlignTech, ABD)

Element 5D, Align Technology firması tarafından tanıtılan en güncel tarayıcıdır. Gelişmiş yapay zekası, tekrarlayan taramalara rağmen görüntü bozulmalarını ve görüntü alanına gören yumuşak dokuların kolaylıkla göz ardı edilebilmesini sağlar. Element 5D'nin öne çıkan bir özelliği ise yakın kızılötesi görüntüleme teknolojisine (NIRI) sahip olmasıdır. Bu teknoloji sayesinde ilave bir tarama başlığına gerek kalmaksızın dental arklardaki proksimal çürükler eş zamanlı olarak tarama sırasında görüntülenebilir. Taramanın sonlanması sonrasında NIRI eklentisindeki teşhis aracı ark üzerinde hareket ettirilerek proksimal çürükler görüntülenebilir. Çürük lezyonları dental radyografideki radyolusent görüntülerin aksine, NIRI ekranında beyaz renkte izlenir. Teşhis sırasında ekran görüntüleri alınabilmekte ve tarama bilgileriyle birlikte yazılım içindeki bulut ortamında saklanabilmektedir.

2.8.1.3 Cerec Primescan (DentsplySirona, Bensheim, Almanya)

2019 yılında CEREC firması tarafından tanıtılan en yeni olan CEREC sistemi Primescan cihazıdır. Primescan ağız içi tarayıcı, tarama hızı ve hassasiyeti en yüksek olan CEREC sistemi olarak piyasaya sürülmüştür. Optik yüksek frekans kontrast analizi ve yüksek çözünürlüklü sensörler sayesinde dinamik derin tarama (20 mm'ye kadar) yapabilmektedir. Ağırlığı metal başlıklı kılıf ile birlikte 524,5 gr ve sadece kablolu özelliği bulunmaktadır. Saniyede 50.000'den fazla görüntüyü birleştirme ve renkli tarama yapabilmekte ayrıca saniyede 1.000.000'dan fazla noktayı ardışık tarama prensibi sayesinde 3 boyutlu olarak hassasiyeti ve ölçü netliği yüksek veriler elde eder. Patent başvurusu yapılan yeni yüzey elde etme (New surface acquisition technology) teknolojisine (yüksek frekanslı kontrast analizi) sahiptir. Primescan cihazı, kolay kullanıma elverişli arayüzü ve yeni yazılımı ile sunulmuştur. Anatomik artefaktların otomatik olarak silinebilmesi gibi yeni özellikleri bulunmaktadır. (<https://www.dentsplysirona.com/en/explore/digital-impression/primescan.html>.) Bu sayede tarama sırasında taramaya istenmeden dahil olan yanak, dudak ve benzeri yumuşak doku görüntüleri sistem tarafından otomatik olarak silinmektedir.

Tam çene taramasını (üst, alt, kapanış kaydı, model hesaplama) yaklaşık 2-3 dakikada yapabilmektedir. Kapalı bir sistem olmakla birlikte alınan görüntüler STL dosya formatına da dönüştürülebilmektedir.

Işık kaynağı firmanın bir önceki tarayıcısı Omnicam'den farklı olarak mavi leddir. Translüsens yüzeylerde ve tam arklarda başarılıdır. Toz kullanımı bulunmayan sistem, yüksek çözünürlüklü, gerçeğe oldukça yakın renkli görüntüler verir.

Cerec Bluecam	Triangulasyon ve konfokal mikroskopi	Mavi led	yok	.cs3, .sdt, .cdt, .idt, .stl, .con	Multi imaj yapılandırılmış ışık görüntüleme	var	yok
Ios Fastscan	Aktif Triangulasyon ve Scheimpflug prensibi	Lazer	var	.stl	3 imaj sistem	yok	yok
Mia3D	Stereoskopik Fotogrametri	Görünür ışık	var	.ascii	2 imaj	yok	yok
itero Element	Paralel Konfokal Mikroskopi	kırmızı lazer ve beyaz led emisyon	yok	özel yazılım, .stl	multi imaj	yok	yok
Trios 3	Konfokal Mikroskopi	Lazer ve led	yok	özel yazılım, .dcm, .stl	multi imaj, yapılandırılmış ışık görüntüleme	yok	yok
E4Dnevo	Oct ve Konfokal Mikroskopi	Lazer	yok	.stl	multi imaj	yok	yok

Lava Cos	Aktif Wavefront Teknolojisi	Mavi ışık	var	.stl	video	yok	yok
Medit I500	Aktif triangulasyon	Mavi ışık	yok	.stl, .obj, .ply	stereovizyon, 3 boyutlu hareketli görüntüleme, yapılandırılmış görüntüleme	yok	yok
Carestream Cs 3600	Aktif triangulasyon	led, amber, blue, green	yok	.dcm, .stl, .ply	Hızlı video görüntüleme	yok	yok
Emerald S	Projected Pattern Triangulasyon	Kırmızı, yeşil, mavi lazer	yok	.ply, .stl	Çoklu imajlama	yok	var
Emerald	Projected Pattern Triangulasyon	Kırmızı, yeşil, mavi lazer	yok	.ply, .stl	Çoklu imajlama	yok	yok
Planscan	Konfokal mikroskopi ile uyumlu tomografi	mavi lazer	yok	.ply, .stl	Çoklu imajlama, video	yok	yok
Zfx intrascan	Konfokal mikroskopi ve Moirre	görünür ışık	isteğe bağlı	.stl	3 imaj sistem	yok	yok
Ezscan	Konfokal mikroskopi	görünür ışık	yok	.stl	fotoğraflama	yok	yok
Fussen	Projected Fringe Pattern triangulasyon	3 led ışık kaynağı	yok	.stl, .ply	3D video görüntüleme	yok	yok
Dwio	Lazer triangulasyon	leds	var	.stl, .xorder	video	yok	yok
Trios 4	Konfokal mikroskopi	kesin data yok	yok	.dcm, .stl	multi imaj	yok	var
Cerec Primescan	Kesin Data yok	mavi led	kesin data yok	kesin data yok	kesin data yok	yok	yok
itero Element 5D	Paralel Konfokal Mikroskopi, Niri	kırmızı lazer ve beyaz led emisyon	yok	özel yazılım, .stl	multi imaj	yok	var
True Definition (3M)	Aktif Wavefront Teknolojisi	mavi led	var	.stl	3 D video motion	yok	yok
BenQ BIS-1	DLP (Digital Light Processing), Yapısal ışık görüntüleme	kesin data yok	yok	.stl, .obj, .ply	kesin data yok	yok	yok
Helios 600	Kesin Data yok	kesin data yok	yok	.stl	kesin data yok	yok	yok
Cerec Omnicam	triangulasyon		yok	.dxd, cs3, sdt, .cdt, .idt	multi imaj		
Medit i700		led					

2.8.3 Ağız dışı dental tarayıcılar

2.8.3.1 Ineos x5 (Sirona Dental Sistemleri, Bensheim, Almanya)

Sirona firmasının en güncel laboratuvar tipi tarayıcısıdır 475 x 740 x 460 mm ebatlarında dikey bir ünite şeklindeki cihazın hareketli bir kolu bulunur. Taranacak olan obje bu kol üzerindeki mıknatıslı bir tutucuya yerleştirilir. Cihaz, uygun özelliklere sahip bir bilgisayara veya, firmanın kendi üretimi olan “inLab 4 PC” model isimli bilgisayara bağlanabilmektedir. Cihazın ilk kurulumu yapıldıktan sonra kalibre

edilmesi gerekir. Bu işlem program kurulup bağlantılar tamamlandıktan sonra yazılım içindeki kalibrasyon bölümü ile birlikte özel bir kalibrasyon modelinin cihaza yerleştirilmesi ile yapılmaktadır (Sirona Dental Systems GmbH, 2013d). Sirona inEos X5 ile üç farklı modda tarama yapılabilir. “Automatic jaw scan” (Capture Jaw) özellikle bölgelerin tarandığı, komplike ve yüksek hassasiyet gerektiren işlerde kullanılır. “Capture Complete”, “Capture Reduced” ve “Capture Area” şeklinde alt seçenekleri vardır. “Capture Complete” tüm çeneyi yüksek ayrıntı ile tararken, “Capture Reduced” alt seçeneği ise daha az detay ve hassasiyetle tarama yapmaktadır. Bu modun daha çok restorasyon içermeyen karşıt çene taraması için tavsiye edilir. “Capture Area” seçeneği ile yüksek hassasiyetle yalnızca restorasyon alanını taranır. Modelin geri kalan kısmının düşük hassasiyet ile taranmasıyla, datanın önemsiz alanları kayıt altına alarak büyümesi engellenir. Yarım çene taramalarında da aynı moddan faydalanılır. “Free jaw scan” (free capture) seçeneği, daha basit düşük hassasiyet gerektiren uygulamalar için kullanılır. Ayrıca otomatik mod ile tarama yapıldıktan sonra belirli bir bölgenin daha hassas taraması için ilave tarama olarak da kullanılabilir. Son olarak “Individual stump scan” (rotational scan) metodu ile proksimal kontaklar ve karşıt çene olmaksızın bir veya birden fazla tek diş güdük (day) detaylı olarak taranır. Tutucu kola basamağın basamağın şekline göre 60° veya 75° arasında açı verilebilir. Aynı anda en fazla 4 adet güdüğün tarama kaydı alınabilir. Tarama öncesinde nesnelerin CAD/CAM spreysi ile kaplanması gerekir. (Sirona Dental Systems GmbH, 2013d)

Şerit ışık projeksiyonu prensibiyle çalışır. Işık kaynağı olarak mavi led kullanılır. Üretici firma tarafından belirtilen doğruluk 12 µm ‘dır. İntraoral tarayıcıların doğruluğuyla ilgili birçok araştırmada Ineos x5 verileri referans alınmaktadır (Ashraf ve ark., 2020, Ender ve ark., 2016).

2.8.3.2 Arctica Scan (KaVo, Kaltenbach&Voigt GmbH)

KaVo (Kaltenbach&Voigt GmbH) firmasının CAD/CAM sistemleri için üretmiş oldukları “Arctica” model ismiyle piyasada bulunan yarı – otomatik veya otomatik laboratuvar tarayıcısıdır. Cihazların ebatları 440 x 500 x 450 mm olup yaklaşık 25 kg ağırlığındadır. Üç boyutlu ölçümde basit çözünürlüğü 50 µm, hassasiyeti ise 20 µm’dir.

Model tablaya 3 ayrı noktadan sabitlenmekte ve bu noktalardan sadece bir tanesi hareket ettirilebilmektedir. Tablanın hareket etmesini saplayan bir kol bulunmaktadır. Cihazın bağlandığı tablanın kendi eksenini etrafındaki dönüş hareketi ve tablanın salınım hareketleri kullanıcı tarafından sağlanır. Tabla kolu üzerinde bulunan kırmızı renkteki buton basılı tutularak kol hareket ettirilir, doğru açı verildiğinde aynı tuş serbest bırakılarak sistem kilitlenir. Bu nedenle yarı-otomatik olarak adlandırılmıştır. Cihazın tarama bölgesinde bir kapak bulunur ve kullanıcı tarafında açıp kapatılır. Her ayarlama sonrasında kapağın kapatılması ve taramanın bu şekilde yapılması önerilir. Tarama kalitesinin etkilenmemesi bakımından cihazın fazlaca ışık alan bölgelerde konumlandırılmaması önerilir (KaVo Dental GmbH, 2012).

2.8.3.3 D serisi, 3shape Sistemi

3Shape sisteminin laboratuvar tipi tarayıcıları D serisi olarak adlandırılmıştır. Cihazların tanıtım sırası D500, D700/710, D800/810, D900/900L şeklindedir

D500 Serisi: Bu serideki tarayıcılarda 1,3 mega piksellik 2 adet kamera bulunmaktadır. Kırmızı lazer ışığı kullanır. Cihazın kuron ve köprülerde hassasiyeti 10 mikron'dur, implant barlarındaki hassasiyeti ise net değildir. Cihaz hem alçı model hem de direkt ölçülerden kayıt alabilmektedir. Alçı modeldeki tek bir güdüğün tarama süresi ortalama 55 saniye, 3 üyeli bir köprü ise 185 saniyedir (3Shape A/S, 2014b).

D700 Serisi: D700 ve D710 olarak adlandırılan iki farklı modeli mevcuttur. Her iki modelde de 1,3 mega pikseli 2 kamera bulunmaktadır. D500 serisindeki gibi kırmızı ışık teknolojisini kullanan bu cihazların kuron-köprülerdeki hassasiyeti de 10 mikron iken implant barlarında bu sayı 12 mikron'dur. D500 gibi hem alçı model, hem de direkt ölçü üzerinden tarama kaydı alınabilir. D710 serisinde D700'den farklı olarak aynı anda birden fazla güdük taraması yapabilmektedir. Serideki her 2 model de tek renkli ve standart doku taraması da (model üzerindeki yazılar) yapabilmektedirler (3Shape A/S, 2014b).

D800 Serisi: Firmanın orta ve daha büyük laboratuvarlar için ürettiği tarayıcıları D800 ve D810 oluşturmaktadır. Önceki modellerde kıyasla bu cihazda bulunan 2 kamera 5,0 megapikseldir. Işık teknolojisi kırmızı lazerdir. Kuron- köprü ve implant bar hassasiyeti sırasıyla 7 ve 8 mikron olarak belirtilmiştir. Tarama süreleri D700 serisi ile

aynıdır. Önceki modellerde olduğu gibi hem alçı hem model erinden tarama kaydı alınabilir. D810 modeli bunlara ilave olarak çoklu güdük taraması yapabilmektedir. Serideki her 2 model de renkli doku taraması (model üzerindeki yazılar) yapabilmektedirler (3Shape A/S, 2014b).

D900 Serisi: D900 ve D900L modellerinden oluşan bu seri, 3Shape firmasının en üst düzey laboratuvar tipi dental tarayıcılarıdır. 4 adet kamerasının her biri 5 megapikseldir. Diğer serilerden, ışık tenolojisinin mavi LED olmasıyla ayrılır. Hassasiyet değerleri bir önceki seriyle benzer şekilde 7 ve 8 mikron olarak belirlenmiştir. Alçı model, ölçü, renkli doku taraması yapabilen bu cihazlar için tek güdük tarama süresi 19 saniye iken 3 üyeli bir köprü 70 saniyede taranmaktadır. Cihaz görüntüleri renkli olarak oluşturmaktadır (3Shape A/S, 2014b).

2.9. Hacimsel Değerlendirmede Kullanılan Yazılımlar

2.9.1 3D Doctor

3D DOCTOR; MR, BT, PET, mikroskopi, bilimsel ve tıbbi görüntüleme uygulamaları için geliştirilmiş bir 3D modelleme ve ölçüm yazılımıdır. 3D-DOCTOR birçok dosya formatındaki (DICOM, TIFF, Interfile, GIF, JPEG, PNG, BMP, PGM, RAW) gri tonlamalı ve renkli görüntüleri işleyebilir.

2.9.2 Dolphin 3D

Dolphin 3D; kolay bir kullanımı olan, özellikle diş hekimliği alanında, baş-boyun anatomisinin görselleştirilmesi ve analizi için CBCT, medikal BT, MR, dijital çalışma modeli sistemleri ve 3D yüz kamera sistemlerinden elde edilen görüntüleri işleyebilen yazılım programıdır. Farklı 3D veri formatlarından bu programa görüntülerin aktarımı mümkündür. Cerrahi rehberler oluşturarak implant planlamasında kullanılabilir ('Dolphin Imaging & Management Solutions').

2.9.3 inVivo Dental

On yılı aşkın süredir, diş hekimliği başta olmak üzere birçok branşta kullanılmaktadır. CBCT, BT, MR veya PET görüntülerinin DICOM verilerini işleyebilen, klinisyenlere planlama konusunda kolaylık sağlayan ve yüksek kalitede üç boyutlu veri işleyebilen bir yazılım programıdır. Havayolu değerlendirme, implant planlamasında ve restorasyon tasarımında ve cerrahi rehber yapımında kullanılmaktadır.

2.9.4 Meshmixer (Autodesk, Kaliforniya, ABD)

Üç boyutlu modelleme programı olan Meshmixer 3.5, diş hekimliğinde model elde edilmesi, abutment ve implant planlaması gibi alanlarda kullanılabilmektedir (Surovas, 2019). Stl uzantılı dosyalar için oldukça pratik, sıkça kullanılan ücretsiz bir yazılımdır. Ağız içi tarayıcılarla STL formatında alınan üç boyutlu veriler Meshmixer'a aktarılarak üretim öncesi (Arun ve ark., 2021) modellerin şekillendirme, hizalama, yüzey düzenlemesi, çakıştırma gibi modelleme işlemleri gerçekleştirilebilmekte, seçilen objelerin yüzeysel ve hacimsel hesaplama işlemleri gerçekleştirilebilmektedir .

2.9.5 Mimics

Mimics (Materialise N.V., Heverlee, Belgium) yazılımı tıbbi görüntü verilerini aktararak doğru üç boyutlu modeller oluşturur. Gelişmiş üç boyutlu analiz, anatomik oluşumların detaylı incelenmesine olanak tanır. Ortopedik, kranio-maksillofasiyal, kardiyovasküler, hava yolu incelemeleri gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir ('3D Medical Imaging Software/Materialise').

2.9.6 InVesalius

InVesalius (CTI, Campinas, São Paulo, Brazil) 2001 yılında üretilen ücretsiz, açık erişimli BT ve MR görüntülerinin incelenmesi için kullanılan bir yazılım programıdır. Yazılım öğretim, adli tıp ve tıp alanında kullanılmaktadır. DICOM veya Analyze dosyalarını içe aktarma, dosyaları STL, OBJ ve PLY formatlarına dışa aktarma, hacim oluşturma, manuel veya yarı otomatik segmentasyon yapabilme özellikleri bulunur. ('Invesalius 3').

2.9.7 Planmeca Romexis

Romexis (Planmeca, Helsinki, Finland) dental yazılımı tüm 2 ve 3 boyutlu görüntüler ve CAD/CAM verileri ile görüntü alımına ve işlenmesine olanak tanır. Bu yazılım aracılığıyla, alınan kayıtları JPEG, STL, DICOM gibi farklı formatlarda içe ve dışa aktarmak veya verileri doğrudan üçüncü taraf yazılımlarda açabilmek mümkündür. Yazılımın detaylı ve eğitici, 100'ün üzerinde video sağlayan bilgi kitaplığı, kullanıcılar için kolaylık sağlar ('Planmeca Romexis Software').

2.9.8 Geomagic (Kuzey Karolina, ABD)

Üç boyutlu tasarım programı olan yazılım, diş hekimliğinde protetik planlama, Cerrahi implant ve rehber planlaması, tarayıcılarının hassasiyet ve doğruluklarının belirlenmesi amaçlarıyla kullanılmaktadır.(Ashraf ve ark., 2020, Emir ve Ayyıldız, 2019).

2.9.10 Solidworks (Concord, Massachusetts, ABD)

SolidWorks, bilgisayar destekli 3 boyutlu katı modelleme ve tasarım yazılımıdır.

2.10 Adeziv Diş Hekimliği

Yapılan birçok araştırma ile restoratif materyallerin fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik özellikleri geliştirilirken, diğer yandan diş sert dokularına adezyon yolu ile bağlanması amacıyla yapılan çalışmalar, “adeziv diş hekimliği” kavramını meydana getirmiştir (Restorasyonlar, 2000).

Diş sert dokusu ve restorasyon birleşiminde oluşan mikrosızıntının, adeziv tekniklerin kullanımı ile azaldığı belirtilmiş, marjinal renklenme, tekrarlayan çürük lezyonları ve post-operatif hassasiyet gibi olumsuzlukların azaldığı bildirilmiştir (Pittayawutwinit, 2000, Roberson, 2002, Van Meerbeek ve ark., 1998). Adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler sonucunda geleneksel diş hekimliği anlayışında mevcut olan, restorasyonların tutuculuğunu sağlamak amacıyla sağlam diş dokusunun kaldırılması gerektiği fikrinin önüne geçilmiş ve gereksiz madde kayıpları önlenmiştir (Fortin ve Vargas, 2000, Latta ve Barkmeier, 1998, Perdigao ve Swift, 2002, Van Meerbeek ve ark., 2003, Van Meerbeek ve ark., 1998) .

Hastalar tarafından giderek artan estetik beklentilerin diş hekimlerince karşılanması konusunda da, adeziv teknikler fayda sağlamaktadır (Kugel ve Ferrari, 2000, Pittayawutwinit, 2000, Van Meerbeek ve ark., 1998). Böylelikle az miktarda ve bazen hiç doku kaldırılmadan, dişlerde boyutsal, pozisyonel ve renk bakımından değişiklikler yapmak mümkün olmuştur (Fortin ve Vargas, 2000, Perdigao ve Swift, 2002, Restorasyonlar, 2000, Van Meerbeek ve ark., 1998). Büyük oranda madde kaybına uğramış dişler, kuron hazırlığına gerek kalmadan minimal invaziv prensiplerle restore edilebilmektedir.

2.11 Yapay Yaşlandırma Yöntemleri

Mine ve dentine adezyonun incelediği en güvenilir çalışmalar klinik takiplerdir. Uzun bir süre alan klinik araştırmalara karşın, dişlerdeki yaşlanmayı laboratuvar ortamında çeşitli yöntemlerle taklit etmek mümkündür (Mitsui ve ark., 2006). Sıklıkla kullanılan yapay yaşlandırma yöntemleri ısısal döngü , suda bekletme, okluzal yükleme ve NaOCl solüsyonunda bekletme ile yaşlandırmadır (De Munck ve ark., 2005b).

2.11.1 Isısal döngü ile yaşlandırma

Bu yaşlandırma yönteminde in vivo ortamın ısısal, biyolojik ve fizyolojik durumunu taklit eden ısısal değişim uygulanmaktadır. Ağız ortamındaki ısının yiyecek ve içeceklere bağlı olarak 0° C- 10° C ve 50° C-60° C arasında değiştiği bildirilmiştir (Green, 1986). Bu işlem sırasında örnekler belirli daldırma sürelerinde, ağız ortamındaki soğuk ve sıcak ısı sınırlarını taklit eden su banyoları arasında döngüye tabi tutulur (Gale ve Darvell, 1999).

2.11.2 Suda bekletme ile yaşlandırma

Örneklerin suda bekletilmesi, en fazla tercih edilen yapay yaşlandırma yöntemlerindendir. Bu yöntemde örnekler, 24 saatten birkaç aya, hatta bazen birkaç yıla uzanan sürelerde 37°C’de sıvı içerisinde bekletilmektedir (De Munck ve ark., 2005b). Suda bekletme ile yaşlandırma sonucu rezin içeriğinde hidroliz ve rezinde yumuşama meydana gelir. Hidroliz farklı kollajen fibril ünitelerini ve rezin matriksi bir arada tutan kovalent bağları yıkabilir (De Munck ve ark., 2005a).

2.11.3 Oklüzal yükleme ile yaşlandırma

İn vivo koşullarda normal günlük fonksiyon, brüksizm ve travma gibi nedenlerle meydana gelen kuvvetler, adeziv arayüzü etkileyecek şekilde diş ve restoratif materyali etkiler (Ülker ve ark., 2010) ve bağlanma arayüzünde yorgunluk oluşturarak bağlanma dayanımının zayıflamasına sebep olmaktadır (Frankenberger ve Tay, 2005). Adeziv kuvvetlerin ağız içi ortamda meydana gelen bu mekanik değişikliklerden nasıl etkilendiğinin daha iyi anlaşılması amacıyla okluzal kuvvet yükleme testleri kullanılmaktadır. Bu amaçla çiğneme kuvvetlerinin neden olduğu yorgunluğun, in vitro çalışma düzeneğine yansıtılması için mekanik ve termal

gerilimler dahil olmak üzere birçok değişkeni kontrol eden ve test eden bir in vitro çigneme simülatörü tasarlanmıştır (Kunzelmann, 1998).

2.11.4 NaOCl solüsyonunda bekletme ile yaşlandırma

Son yıllarda yaşlandırma metodu olarak sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletme yöntemi de kullanılmaktadır. Demineralize dentinde rezin infiltrasyonunun sağlanamadığı kollajen fibrillerin NaOCl ile okside edilmesi ve deproteinizasyonu ile yıkımı sağlanmaktadır. %10'luk NaOCl çözeltisinde 1-3 saat bekletme rezin-dentin bağlanma kuvvetini önemli derecede azaltmaktadır (Saboia ve ark., 2009).

2.12 Bağlanma Dayanım Testleri

Restoratif materyallerin bağlanma dayanımının tanımlanması, diş ile restorasyon ara yüzündeki birim alana düşen kuvvet şeklinde yapılmaktadır. Bağlanma dayanımının nicel analizini amaçlayan ve çeşitli yöntemlerle laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen bu testler, bağlanma dayanım testleri olarak adlandırılır. Uzun dönem klinik takiplerle yapılan çalışmaların, standardizasyon ve süreklilik açısından zorlayıcı olması, klinisyenleri dental materyaller ve adeziv sistemdeki gelişmelerin nispeten daha kolay test edilebildiği laboratuvar testlerine yönlendirmiştir.

Diş ve malzeme arasındaki adezyon ne kadar güçlüyse, ağız içi fonksiyon sırasında oluşan streslere o oranda iyi dayanacaktır. Bağlanma dayanımı için elde edilen veriler büyük kompozit rezinin tipi, numune boyutu, geometrisi ve uygulanan test metodu gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir (De Munck ve ark., 2005b).

In vitro bağlanma kuvveti testlerinin avantajları (Van Meerbeek ve ark., 2010):

1. Spesifik bir parametre/özellekle ilgili veri toplamanın hızlı oluşu
2. Test yönteminin nispeten kolay oluşu
3. Diğer değişkenlerin sabit tutularak belirli bir değişkene ait değerlerin ölçülebilmesi
4. DeneySEL materyalleri ve yeni teknikleri, güncel altın standart prosedürlerle kıyaslamaya olanak sağlaması
5. Aynı anda çok sayıda deney gruplarının test edilebilmesi

6. Test protokolünde kullanılan cihazların nispeten daha az masraflı olması

Bağlanma kuvveti çeşitli metodlarla ölçülebilir. Bağlanma yüzeyinin büyüklüğüne göre makro (4-28 mm²) veya mikro (yaklaşık 1 mm²) testler olarak ayrılır. Genellikle bağlanma kuvveti, diş-restorasyon arasında oluşan gerilime paralel veya dik olarak uygulanan kuvvetlerle ölçülür (Sakaguchi ve Powers, 2012).

Farklı deney düzenekleri ile gerçekleştirilebilen bağlanma testlerinde, mine ve/veya dentinde oluşturulan restorasyon bağlantı yüzeylerine kuvvet uygulanır. Kuvvetin, test cihazına yerleştirilmiş düz bir uç yardımıyla diş ve restoratif materyal birleşim yüzeyine uygulanarak belirlendiği yöntem, “bağlanma dayanım testi” olarak tanımlanır. Bu test yönteminde geniş (3 mm²’den büyük) diş yüzeylerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca diş ile restoratif materyalin bağlantı yüzeyine, bıçağın temas ettiği tek noktadan uygulanan kuvvet nedeniyle homojen olmayan streslerin oluştuğu bildirilmektedir (DeHoff ve ark., 1995). Bu stresler sonucu bağlanma dayanımı değerlerinde değişkenlik meydana gelebilir. Değişkenlerin test gruplarına dağılımını kontrol etmek ve dengesiz bir dağılımı engellemek için fazla sayıda test örneği kullanmak koşuluyla dişleri rastgele dağıtmak gerektiği belirtilmektedir (McCabe, 1998). Test yöntemleri uygulanan kuvvetin yönüne göre çekme bağlanma dayanım testi (tensile bond strength) ve makaslama bağlanma dayanım testi (shear bond strength) olarak adlandırılır. Son yıllarda daha küçük yüzeylerin kullanılmasına olanak sağlayan mikrogerilim bağlanma dayanım testi (microtensile bond strength) ve dişlerin farklı anatomik bölgelerinin bağlanma dayanımlarına etkisini ölçmek amacıyla mikromakaslama bağlanma dayanım testi (microshear bond strength) kullanılmaktadır (Shimada ve Tagami, 2003).

2.12.1 Makaslama bağlanma dayanımı testi

En kolay şekilde uygulanabilen yöntemdir. Ancak makaslama bıçağı, örneğe bağlanma yüzeyine yakın bir noktadan temas ettirilmelidir. Aksi halde, dönme momentumu meydana gelir, bu durum test edilmek istenen numunenin, bağlanma arayüzü yerine yapıştırılan numunelerde kırılmaya ya da numunelerin sabitlenmesi için gömüldükleri soğuk akrilik bloklarından ayrılmalarına sebep olabilir. Çekme testlerine kıyasla; ağız ortamındaki farklı karakterlere sahip kuvvetleri daha iyi yansıttığı belirtilen makaslama testinin (Leinfelder, 2001), dentin adezivlerin hızlı gelişimine katkı sağlayan, görece kolay bir işlem olduğu bildirilmiştir (Versluis ve

ark., 1997). Bu nedenle akademik çalışmalarda yaygın olarak en çok rapor edilen değerlerler makaslama dayanım testinden elde edilen sonuçlardır. Genellikle çekilmiş dişin bir yüzeyi frez veya elmas kesicilerle düzgünleştirilir, adeziv sistem uygulanır ve silindirik şekilde hazırlanan rezin esaslı restoratif materyal yapıştırılır. Makaslama dayanımı testlerinde çeşitli test konfigürasyonları bulunmaktadır. Loop (ilmik), bıçak sırtı veya çentikli uçlar kullanılabilir. Tel halka (wire loop), nokta şeklinde ve bıçak sırtı şeklindeki apareylerle bağlanma ara yüzeyine kırılma oluşuncaya kadar kuvvet uygulanır (DeHoff ve ark., 1995, Swift ve ark., 1995). Tel halka kullanımı ile silindirik numunelerin bağlanma noktasını daha doğru kavranarak, bıçak sırtı uçlara göre stres birikimini bağlanma ara yüzeyine yakınlaştırır. Test sonucunda elde edilen bağlanma değeri, elde edilen maksimum kuvvet (N) değerinin yüzey alanına bölünmesiyle megapaskal (MPa) cinsinden hesaplanır.

2.12.3 Çekme bağlanma dayanımı testi

Teoride çekme testlerinin daha homojen stres dağılımı yaratması beklenirken, kuvvet dağılımının homojenite göstermediği belirtilmiştir (Van Noort ve ark., 1989). Çekme testlerinde, eğer örnek doğru konumlandırılmışsa, stres dağılımı uniform şekilde oluşmaktadır. Fakat uygulamada bu durumun standardizasyonu oldukça zordur. Uygulanan kuvvetin doğrultusu ve konumundaki küçük sapmalar sonucu etkileyebilmektedir (Eliades, 1994, Mason ve ark., 1996, Van Noort ve ark., 1989).

2.12.4 Mikromakaslama Bağlanma Dayanımı Testi

Örnekler, 1 mm kalınlığında dilimler olacak şekilde hazırlanır. Elde edilen bu dilimler tekrar kesilerek 1 mm²'lik çubuklar elde edilir. Daha sonra bu çubuklar mikro makaslama test cihazına mekanik olarak tutturulur. Çubuklar, kırıcı ucu çubukların kompozit ve mine birleşim yüzeyine isabet ettirilecek şekilde, mikromakaslama test düzeneğinde konumlandırılır ve 1mm/dk hızla kırılana kadar kuvvet uygulanır. Elde edilen Newton cinsindeki değerler örneklerin yüzey alanına bölünmesi ile Mega Paskal (MPa) olarak hesaplanır.

2.12.5 Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testi (μ TBS)

Küçük yüzeylerde çekme bağlanma dayanımına izin veren mikrogerilim bağlanma dayanımı testi, 1994 yılında Sano ve ark. (Sano ve ark., 1994) tarafından tanıtılmışlardır.

Mikrogerilim test yönteminde, 0,3 mm kalınlığındaki elmas kesici disk ile tek bir diştten 1 mm² 'lik çok sayıda kesitler alınmaktadır.

μTBS testinin avantajları :

1. Bağlanma arayüzünde homojen stres dağılımı
2. Tek diştten çok sayıda örnek elde edilmesi
3. Aynı dişe ait farklı bölgelerdeki bağlanma kuvvetinin ölçülebilmesi
4. Derin ve yüzeyel dentine bağlanmanın ölçülebilmesi
5. Restoratif materyallerin kavite duvarlarına bağlanma kuvvetinin ölçülebilmesi
6. Kök dentininin bağlanma kuvvetinin ölçülebilmesi
7. Koheziv başarısızlık oranının daha az olması
8. Çürükten etkilenmiş dentin gibi spesifik bölgelerin değerlendirilebilmesi
9. Kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülmesi etkisini değerlendirmeye imkan vermesi

μTBS testinin dezavantajları:

1. Deney prosedürlerinin uzun sürmesi
2. Örneklerin uygun şekilde hazırlanması için özel ekipman gerektirmesi
3. 5 MPa'dan küçük değerlerin kaydedilememesi
4. Küçük numune boyutu nedeniyle örneklerin kolaylıkla zarar görmesi veya kaybolabilmesi

Mikrogerilim bağlanma kuvveti kopma anında uygulanan kuvvetin (Newton), bağlanan yüzey alanına (mm²) bölünmesiyle hesaplanır (N/mm²= MPa) (Armstrong ve ark., 2010). Bağlanma kuvvetini doğru değerlendirebilmek için kopmanın adeziv arayüzde olması istenir. Mikrogerilim testinde kopma sırasında uniform bir stres dağılımı oluşur, bu nedenle kopmalar genellikle adeziv ara yüzünde meydana gelir. Bu nedenle adezyonu değerlendiren diğer laboratuvar testlerine göre daha güvenilirdir (Van Meerbeek ve ark., 2010).

Restorasyonun ardından test edilecek örnekler aşındırılmış (trimmed) veya aşındırılmamış (non- trimmed) olarak iki farklı şekilde hazırlanabilir. Aşındırılmamış

örnekler bağlanma arayüzü yaklaşık 1 mm² olacak şekilde hazırlanır ve sonrasında bağlanma yüzeyine bir işlem uygulanmadan teste tabi tutulur Bu tip örnekleri hazırlamak hızlı ve kolaydır. Aşındırılmış örnekler bağlanma arayüzü yaklaşık 1 mm² olan kum saati şeklinde hazırlanır. Ancak örnek hazırlama dikkatli bir şekilde yapılmazsa arayüzde kolayca defektler oluşabilir. Bu teknikte numune hazırlığı için geçen sürenin daha da uzamasıyla beraber, trimleme sırasında ara yüzeylerde çatlak oluşumu meydana gelebilir, bu da daha düşük mikrogerilim kuvvetlerin elde edilmesiyle sonuçlanır (Sadek ve ark., 2006).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın yer ve zamanı

Çalışmamız için Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alınmıştır (Tarih:16.04.2021 Protokol no: 09.2021.494) Bu tez çalışması Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından TDH-2022-10353 numaralı proje ile desteklenmiştir. Çalışmamız Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi AR-GE Laboratuvarı, Protetik Diş Tedavisi Laboratuvarı, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı ve DentsplySirona Ataşehir şubesinde yapılmıştır.

3.2 Gereç

Çalışmamızda kullanılan cihazlar şu şekildedir:

- Ineos X5 (Sirona Dental Sistemleri, GmbH, Bensheim, Almanya)
- Element 5D (iTero, Align Technology, ABD)
- Cerec Primescan (Sirona Dental Sistemleri, GmbH, Bensheim, Almanya)
- Trios 4 (3Shape, Danimarka)
- Dijital fotoğraf makinesi (Canon 600D, Tokyo, Japonya)
- Twin flaş
- Aeratör
- Anguldruva
- DIAGNOdent Pen (KaVo Dental Corporation, Biberach, Germany)
- Led ışıklı polimerizasyon cihazı (Smart-Lite Focus, DentsplySirona, Bensheim, Almanya)

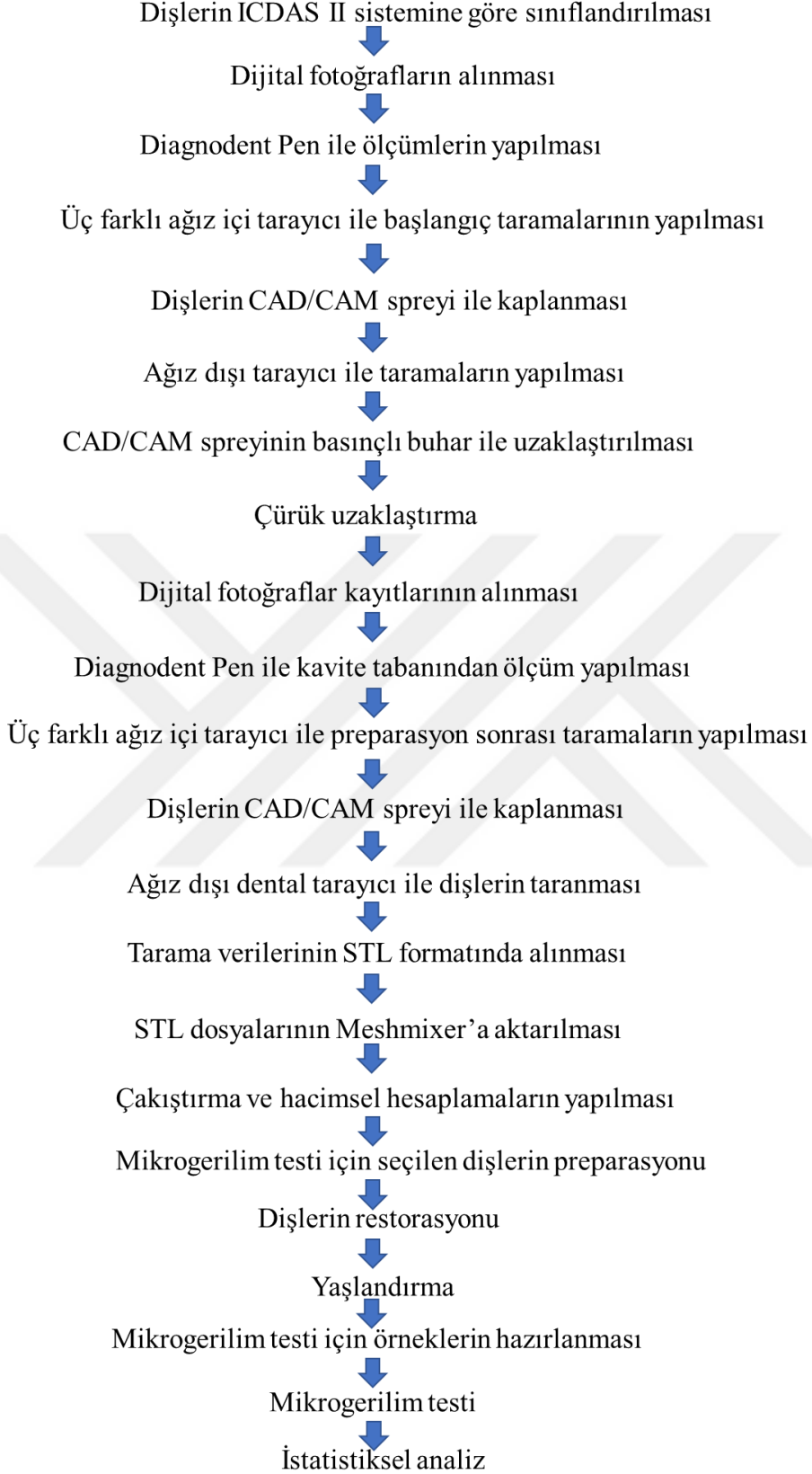
- Air abrazyon cihazı (Aquacare Single, Velopeks, İngiltere)
- Isomet 1000 hassas kesim cihazı (Buehler, Lake Bluff, Illinois, ABD)
- Dijital kumpas (Insize 1108, Çin)
- Mikrogerilim test cihazı (Bisco, Schaumburg, IL, ABD)
- Leica Stereomikroskop (Leica Microsystems Gmbh, Almanya)

Çalışmamızda kullanılan malzemeler şu şekildedir:

- Soğuk akrilik (SC Soğuk Akrilik, Imicryl, Konya, Türkiye)
- CAD/Cam spreysi (CRM Matte Sprey, CRM Kimya, İstanbul)
- Pembe modelaj mumu
- Elmas frez
- Paslanmaz çelik frez
- Seramik frez (Cerabur, Comet, Almanya)
- Tungsten karbit frez ((Frank Dental Gmbh, Tegernsee, Almanya)
- Bioaktif Cam tozu (Slyc, Velopeks, İngiltere)
- Alüminyum Oksit tozu (29 μm Al_2O_3 , Velopeks, İngiltere)
- Üniversal adeziv (Prime&Bond, DentsplySirona, Almanya)
- Kompozit rezin (Neospectra ST, DentsplySirona, Almanya)
- Siyanoakrilat yapıştırıcı (Pattex, Henkel, Dusseldorf)

3.3 Yöntem

Çalışmanın iş akışı şu şekildedir:



3.3.1 Çalışmaya alınan diş örneklerinin seçimi ve hazırlanması

Bu in vitro çalışma için farklı çürük lezyon seviyelerine sahip, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda periodontal ve/veya çürük nedeniyle son 6 ay içerisinde çekilmiş olan daimi molar dişler kullanılmıştır. Dişlerin araştırmaya dahil edilme kriterleri şunlardır:

- Diş yüzeylerinde restorasyon, aşınma, kırık veya çatlak bulunmaması
- Bukkal, servikal ve proksimal yüzeylerde çürük bulunmaması
- Okluzal yüzeyde çürük bulunması

Dişler üzerindeki tüm artıklar, ultrasonik cihazla temizlenmiş ve ardından lekelerin ve kalan debrisin uzaklaştırılması için pomza taşı ile temizlenmiştir. Dişler deney aşamasına kadar %0.1 oranında timol içeren izotonik serum fizyolojik solüsyonunda bekletilmiştir.

Dişlerin mezial, distal, bukkal ve lingual yüzeyleri incelenerek bu yüzeylerde çürük olmadığı tespit edilmiş, oklüzal yüzeylerindeki lezyonlar ICDAS II sistemine göre skorlanmıştır. Skorlanan dişler ICDAS 3, ICDAS 4, ICDAS 5 olarak 3 ana gruba ayrılmıştır. ICDAS skoruna göre ayrılan ana gruplar n=10 olacak şekilde çürük uzaklaştırma yöntemine göre 4 alt gruba ayrılmışlardır. (Tablo 9)

Tablo 9. Çalışmaya dahil edilen dişler ve çürük uzaklaştırma yönteminin gruplandırılması

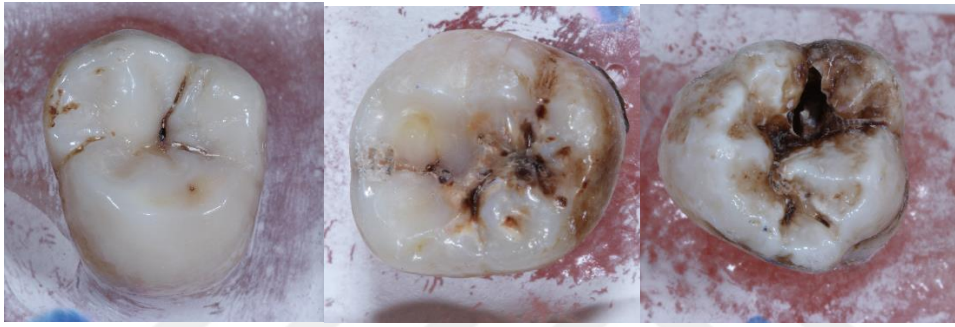
Çürük uzaklaştırma yöntemi	ICDAS 0	ICDAS 3 (n=40)	ICDAS 4 (n=40)	ICDAS 5 (n=40)
Çelik frez	12	10	10	10
Seramik frez		10	10	10
Tungsten karbit frez& Biyoaktif cam (Slyc)		10	10	10
Tungsten karbit frez& 29 µm Al ₂ O ₃		10	10	10

Tüm dişlerin çürük bulunan okluzal pit ve fissürlerinden DIAGNOdent Pen ölçüm yapılarak skorlar (0-99) kaydedilmiştir. Ölçüm sonucu olarak cihazın ölçtüğü en yüksek değer dikkate alınmıştır. Ölçümlerden önce her diş için cihazda kalibrasyon yapılmıştır.

ICDAS skorlarına göre belirlenen ana gruplar ve kavite preparasyon tipine göre ayrılan alt gruplar şu şekildedir:

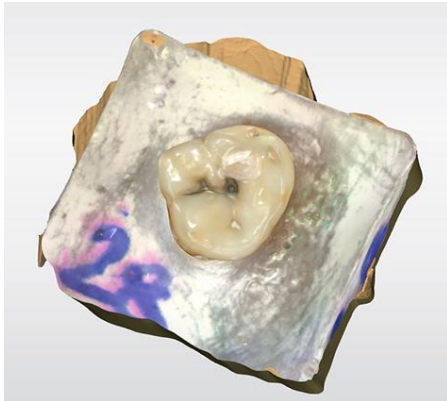
- Grup 0: ICDAS 0 skorlu dişlerden oluşan, çürük bulunmayan grup (ana kontrol grubu)
- Grup 3Ç: ICDAS 3 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması geleneksel yöntemlere göre paslanmaz çelik rond frezler ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 3S: ICDAS 3 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre seramik rond frezler ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 3BAC: ICDAS 3 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre tungsten karbit rond frez ve ve Bioaktif cam partikülleri (Sylcc, Aquacare, Velopek, İngiltere) ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 3A: ICDAS 3 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre 29 µm Al₂O₃ partikülleri ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 4Ç: ICDAS 4 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması geleneksel yöntemlere göre paslanmaz çelik rond frezler ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 4S: ICDAS 4 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre seramik rond frezler ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 4BAC: ICDAS 4 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre tungsten karbit rond frez ve ve Bioaktif cam partikülleri ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 4A: ICDAS 4 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre tungsten karbit rond frez 29 µm Al₂O₃ partikülleri ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 5Ç: ICDAS 5 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması geleneksel yöntemlere göre paslanmaz çelik rond frezler ile gerçekleştirilen grup.

- Grup 5S: ICDAS 5 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre seramik rond frezler ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 5BAC: ICDAS 5 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre tungsten karbit rond frez ve ve Bioaktif cam partikülleri (Sylcc, Aquacare, Velopek, İngiltere) ile gerçekleştirilen grup.
- Grup 5A: ICDAS 5 skorlu dişlerden oluşan, çürük lezyon uzaklaştırılması minimal invaziv prensiplere göre tungsten karbit rond frez ve 29 µm Al₂O₃ partikülleri ile gerçekleştirilen grup.



Resim 3.Soğuk akriliğe alınmış dişler

Dişler alveol kemiği seviyesine uygun olarak mine-sement sınırının 2 mm altından itibaren, kare şeklinde kalıplar içerisinde alınarak soğuk akriliğe gömülmüştür (SC Soğuk Akrilik, Imicryl, Konya, Türkiye).



Resim 4. Tarayıcı Ekran Görüntüsü

Tüm dişler en derin pit ve fissür noktasından DIAGNOdent Pen cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Lazer floresans değerleri her diş için kaydedilmiştir.

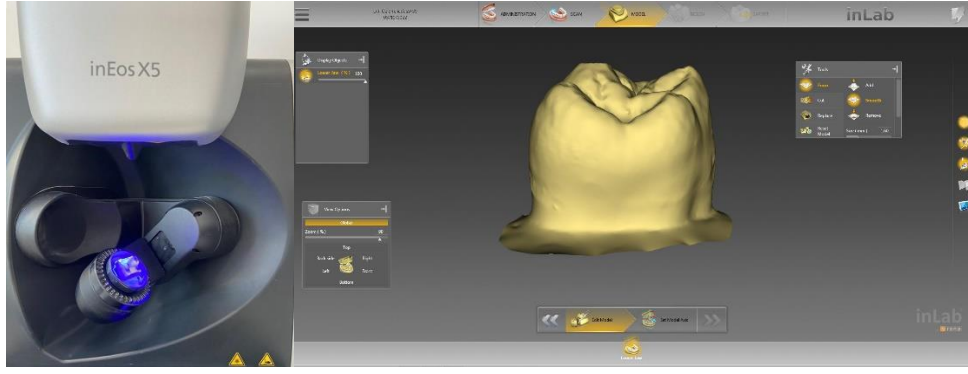
Dişlerin kuronal hacimlerinin hesaplanabilmesi için üç boyutlu (3D) görüntüleri alınarak 3D modelleme programında hacim hesaplanması planlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda tüm gruplardaki dişlerin 3D görüntüleri kavite preparasyonu yapılmadan önce sırasıyla Ineos x5 (DentsplySirona, Bensheim, Almanya), CEREC Primescan (DentsplySirona, Bensheim, Almanya), iTero Element 5D (Align Technology, ABD), Trios 4, 3Shape, olmak üzere bir ağız dışı tarayıcı ve üç farklı ağız içi tarayıcı ile alınmıştır. Görüntüler STL formatında ve cihazların sunduğu maksimum veri boyutunda kaydedilmiştir.

Belirgin derecede kavitasyon gösteren dişlere, ilk hacim ölçümünün sağlam dişi temsil etmesi amacıyla pembe mum ile modelaj yapılmıştır.

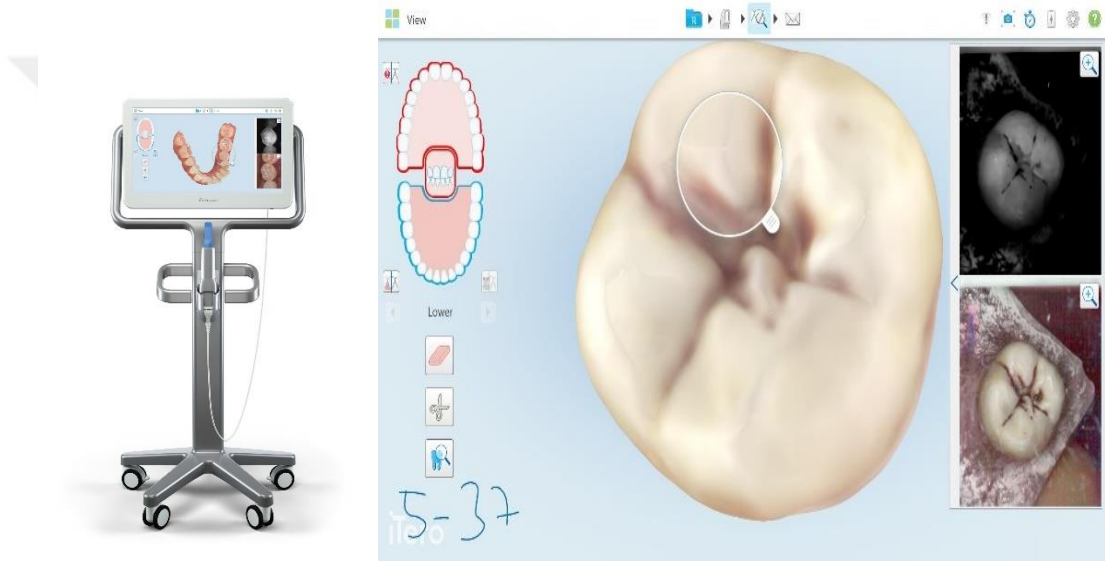


Resim 5. Pembe Mum ile Modelaj Çalışması

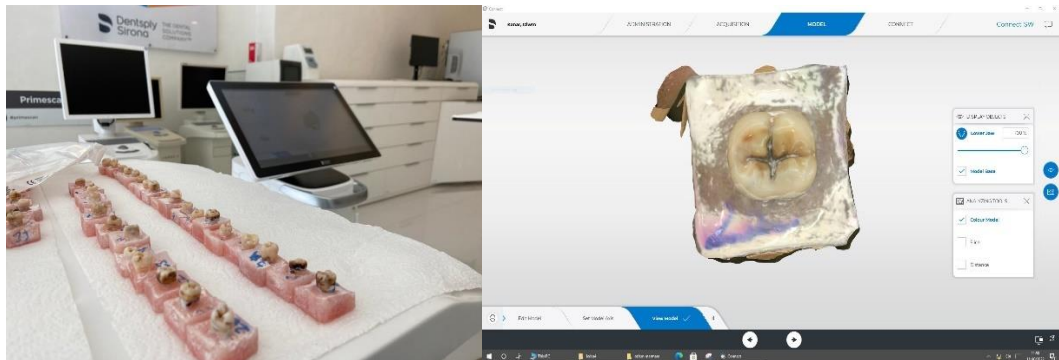
Dişlerin InEos X5 tarayıcısı ile görüntülenebilmesi amacıyla dişler CAD/CAM spreyi (CRM Matte Sprey, CRM Kimya, İstanbul) ile kaplanmıştır. Tarama cihazının koluna, dişin tüm yüzeylerinin görüntülenebilmesi için dişin 45-70 derece arasında açı verilmiştir. Bu cihazdaki tüm taramalar “tek güdük” modunda gerçekleştirilmiştir. Ağız içi tarama cihazlarında ise “durum taraması” seçeneği kullanılmıştır.



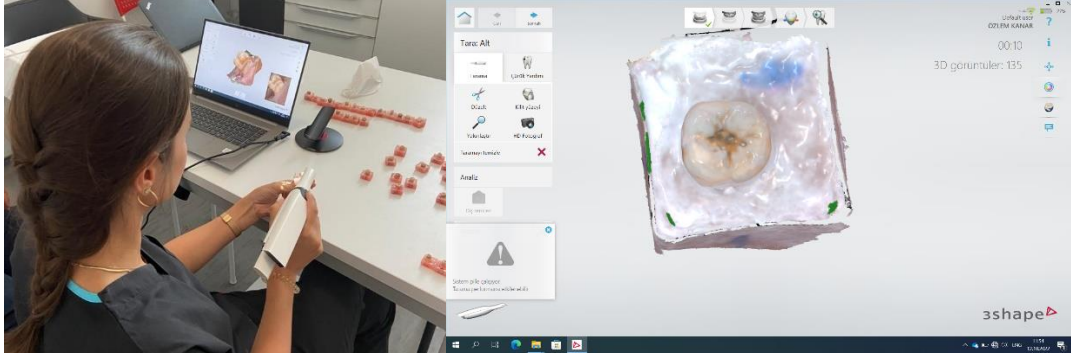
Resim 6. Ineos X5 Cihazı ve Kullanıcı Arayüzü



Resim 7. Element 5D Cihazı ve Kullanıcı Arayüzü



Resim 8. Cerec Primescan Cihazı ve Kullanıcı Arayüzü



Resim 9. Trios 4 Cihazı ve Kullanıcı Arayüzü

3.3.2 Çürük uzaklaştırma

Gruplanan dişlerde çürük lezyonun uzaklaştırılması, üç farklı alternatif çürük uzaklaştırma yöntemi ve geleneksel yaklaşımın hacim kaybı ve mikrogerilim bağlantısı üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla dört farklı prensipte gerçekleştirilmiştir. Çürük uzaklaştırmaya okluzal yüzeylerden kavitenin büyüklüğüne göre 12 ve 14 numaralı elmas rond frez ile su soğutması altında başlanmıştır. Dentin dokusuna ulaşıldığında ise çürük uzaklaştırmaya aşağıdaki şekillerde devam edilmiştir:

3.3.2.1 Çelik rond ile geleneksel çürük uzaklaştırma

Çürüğün enfekte ve etkilenmiş tabakalarının tamamı uzaklaştırılmıştır (Grup 3Ç,4Ç ve 5Ç). Kullanılan frezler, standardizasyonu sağlamak amacıyla her 5 dişte bir değiştirilmiştir.

3.3.2.2 Seramik frez ile çürük uzaklaştırma

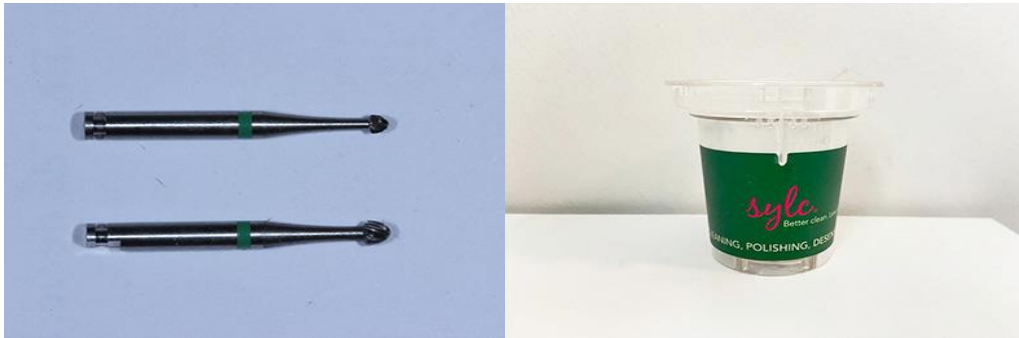
Çürük dentin dokusu, minimal invaziv prensiplere göre 14 ve 18 numaralı seramik rond frezle (Cerabur, Comet, Almanya) dakikada 1500 devir hızda anguldruva döner başlığı ile uzaklaştırıldı. Çürük uzaklaştırma işleminin sonlanım noktasını belirlemek için görsel ve dokusal muayene yöntemi kullanıldı.



Resim 10. Seramik Frez

3.3.2.3 Tungsten karbit frez ve Bioaktif cam partikülleri ile çürük uzaklaştırma

Çürük uzaklaştırma, 16 ve 21 numaralı, yeşil kuşaklı tungsten karbit frezler (Frank dental GmbH, Tegernsee, Almanya) ile gerçekleştirildi. Ardından Bioaktif cam partikülleri (Sylc, Velopeks, İngiltere) alkollü su ve basınçlı hava ile birlikte uç çapı 0,6 mm olan bir air abrazyon cihazı (Aquacare Single, Velopeks, İngiltere) ile 5 mm mesafeden, 4 bar basınç altında kavite yüzeyine meziodistal ve bukkolingual yönlerde 5-20 saniye süre ile uygulandı. Çürük uzaklaştırma işleminin sonlanım noktasını belirlemek için görsel ve dokunsal muayene yöntemi kullanıldı.



Resim 11. Tungsten Karbit Frez ve Bioaktif Cam Partikülleri

3.3.2.4 Al₂O₃ partikülleri ile çürük uzaklaştırma

Enfekte dentin dokusu 16 ve 21 numaralı, yeşil kuşaklı tungsten karbit frezler (Frank dental GmbH, Tegernsee, Almanya) ile kabaca uzaklaştırıldı. Daha sonra kalan dentin

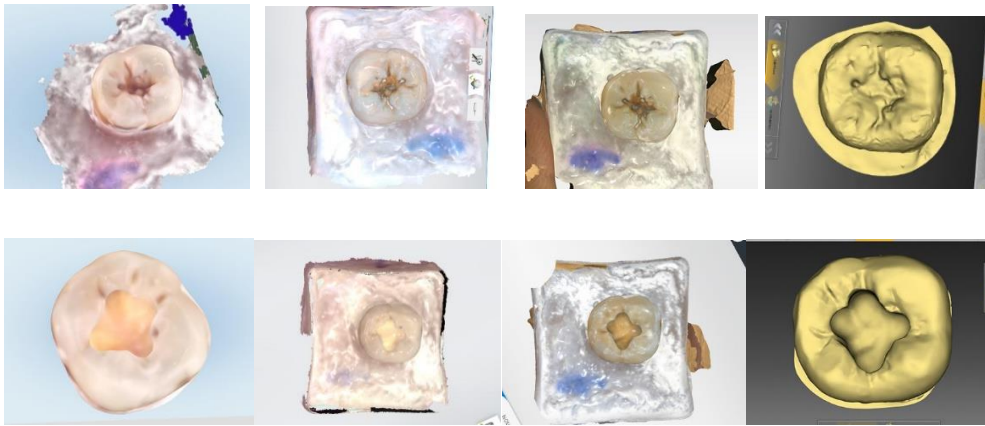
dokusuna 29 µm büyüklüğündeki Al₂O₃ partikülleri alkollü su ve basınçlı hava ile birlikte uç çapı 0,6 mm olan bir air abrazyon cihazı (Aquacare Single, Velopeks, İngiltere) ile 5 mm mesafeden, 4 bar basınç altında kavite yüzeyine meziodistal ve bukkolingual yönlerde 5-20 saniye süre ile uygulandı. Çürük uzaklaştırma işleminin sonlanım noktasını belirlemek için görsel ve dokusal muayene yöntemi kullanıldı.



Resim 12. 29 µm Al₂O₃ tozu ve Air Abrazyon cihazı

3.3.3 Çürük uzaklaştırma sonrası taramalarının yapılması

Çürük uzaklaştırılmasını takiben, çürük lezyon skorlamasına göre ve çürük uzaklaştırma prensibi sonucu oluşan hacim kaybının ölçülebilmesi amacıyla tüm dişler tüm dental tarayıcılar ile ikinci kez taranmış, veriler STL formatında alınmıştır.

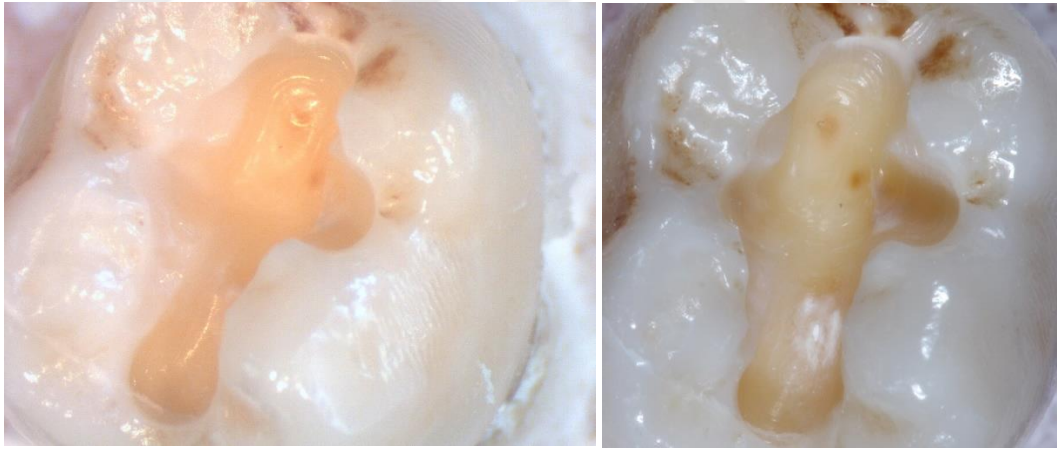


Resim 13. Aynı Dişe Ait Farklı Tarayıcılardan Alınan Başlangıç ve Kavite Preparasyon Görüntüleri (Sırasıyla iTero Element 5D, Trios 4, Cerec Primescan, Ineos x5)

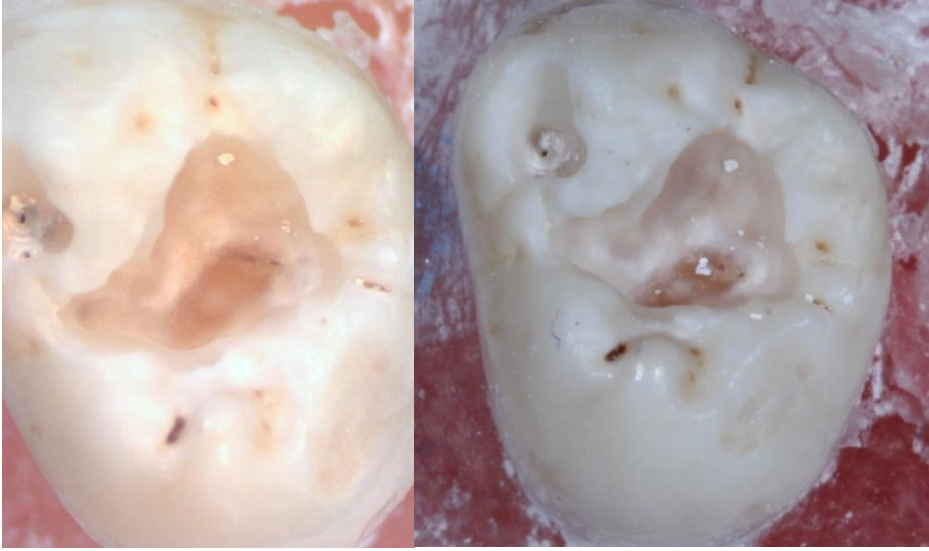
Çürük uzaklaştırma sonrası tüm dişlerden dijital fotoğraf ve kavite tabanlarından stereomikroskop görüntüleri alınmıştır.



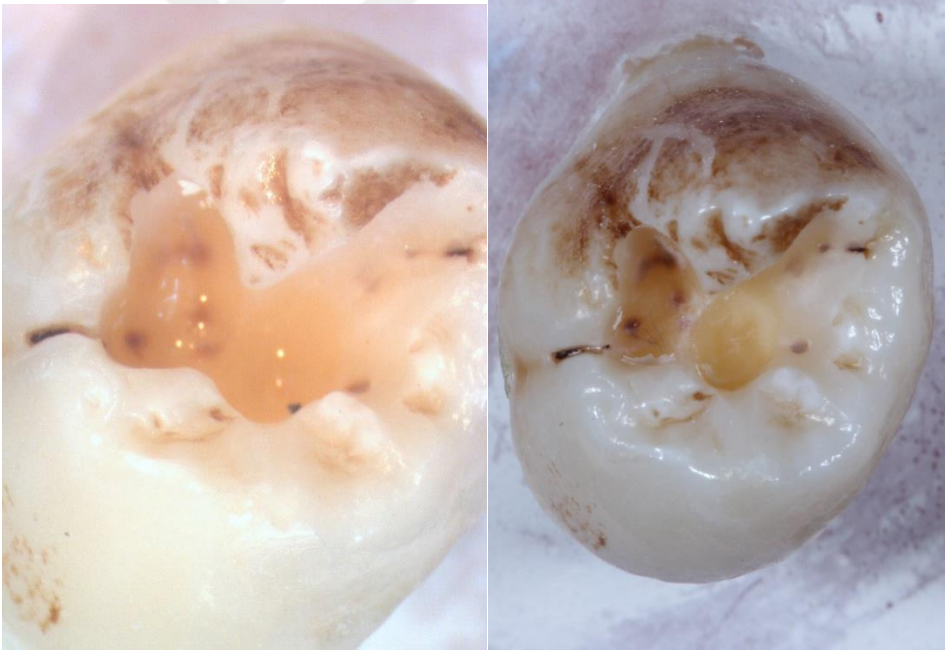
Resim 14. Çelik Frezle Çürüğün Uzaklaştırılmasının Ardından Kavite Tabanından Alınan Stereomikroskop ve Dijital Fotoğraf Görüntüsü



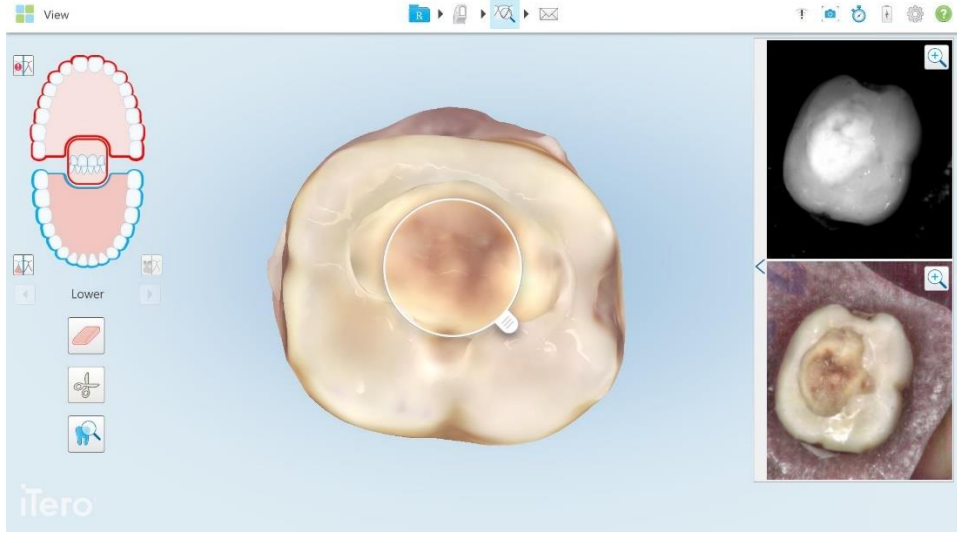
Resim 15. Seramik Frezle Çürüğün Uzaklaştırılmasının Ardından Kavite Tabanından Alınan Stereomikroskop ve Dijital Fotoğraf Görüntüsü



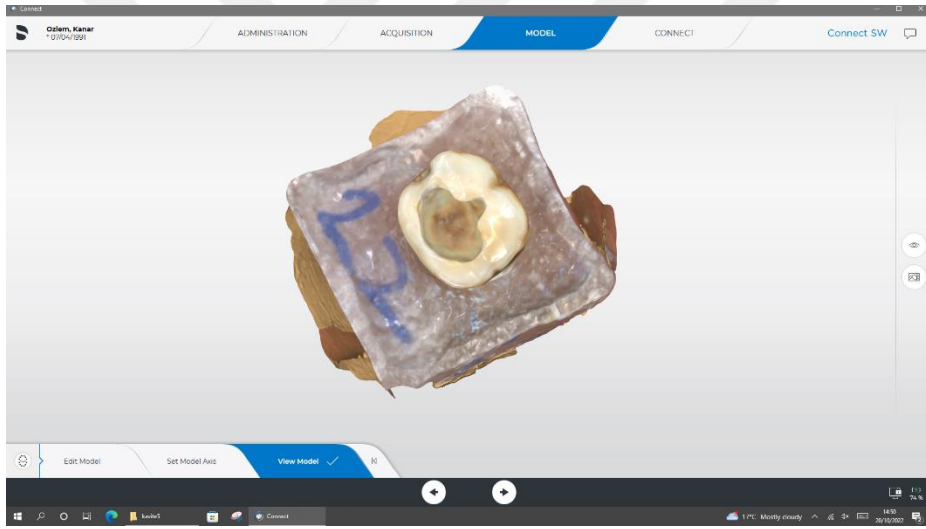
Resim 16. Al_2O_3 ile Çürüğün Uzaklaştırılmasının Ardından Kavite Tabanından Alınan Stereomikroskop ve Dijital Fotoğraf Görüntüsü



Resim 17. Tungsten karbit frez & BAC partikülleri ile Çürüğün Uzaklaştırılmasının Ardından Kavite Tabanından Alınan Stereomikroskop ve Dijital Fotoğraf Görüntüsü



Resim 18. Element 5D Tarayıcısı ile Kavite Tabanından Alınan Ekran Görüntüsü



Resim 19. Cerec Primescan Tarayıcısı ile Kavite Tabanından Alınan Ekran Görüntüsü

STL formatındaki veriler 3D modelleme programı Meshmixer 3.5 (Autodesk)'e aktarıldı.

Aynı dişe ait sekiz model yazılım ekranına sürüklendi. Referans tarayıcıdan alınan ilk modelin, transform tool ile koordinat düzlemi “world frame” olarak ayarlandı. Translate bölümünden x, y ve z koordinatlarını değiştirerek referans model istenilen bölgeye hareket ettirildi.

“Shade” bölümünden her modele ayrı ayrı renk verildi. Referans model seçilerek “set as target” butonuna tıklanarak model ilgili alana sabitlendi.

Devamında tüberkül tepeleri referans alınarak bir sonraki model, hedef model ile karşılaştırılmış ve koordinat düzlemine sabitlenmiştir. Aynı işlem her model için tekrarlanmıştır.

Çakıştırma işlemi bittikten sonra gingival sınırlarının eşit olması için sanal modeller Y düzleminde mine-sement sınırı hizasından aynı koordinattan birer birer kesildi. Sekiz model için ayrı ayrı hacim hesaplaması yapılarak mm³ cinsinden kaydedildi.



Resim 22. Meshmixer Model Inline

3.3.5 Restorasyon

Mikrogerilim testi için, çürük uzaklaştırılan grup dışında kontrol grubu olarak ICDAS 0 skorlu dişler çalışmaya eklenmiştir. Dişlerin oklüzal mine dokusu Isomet hassas kesim cihazı ile su soğutması altında dişin uzun aksına dik olacak şekilde tüberkül

tepelerinden yaklaşık 2 mm uzaklıktan kesilerek düz ve yüzeyel dentin elde edilmiştir. Düz dentin yüzeyleri, çürük uzaklaştırma prosedürlerini taklit etmesi amacıyla çelik rond frez, seramik rond frez, BAC, 29 μm Al_2O_3 ile pürüzlendirilmiştir.

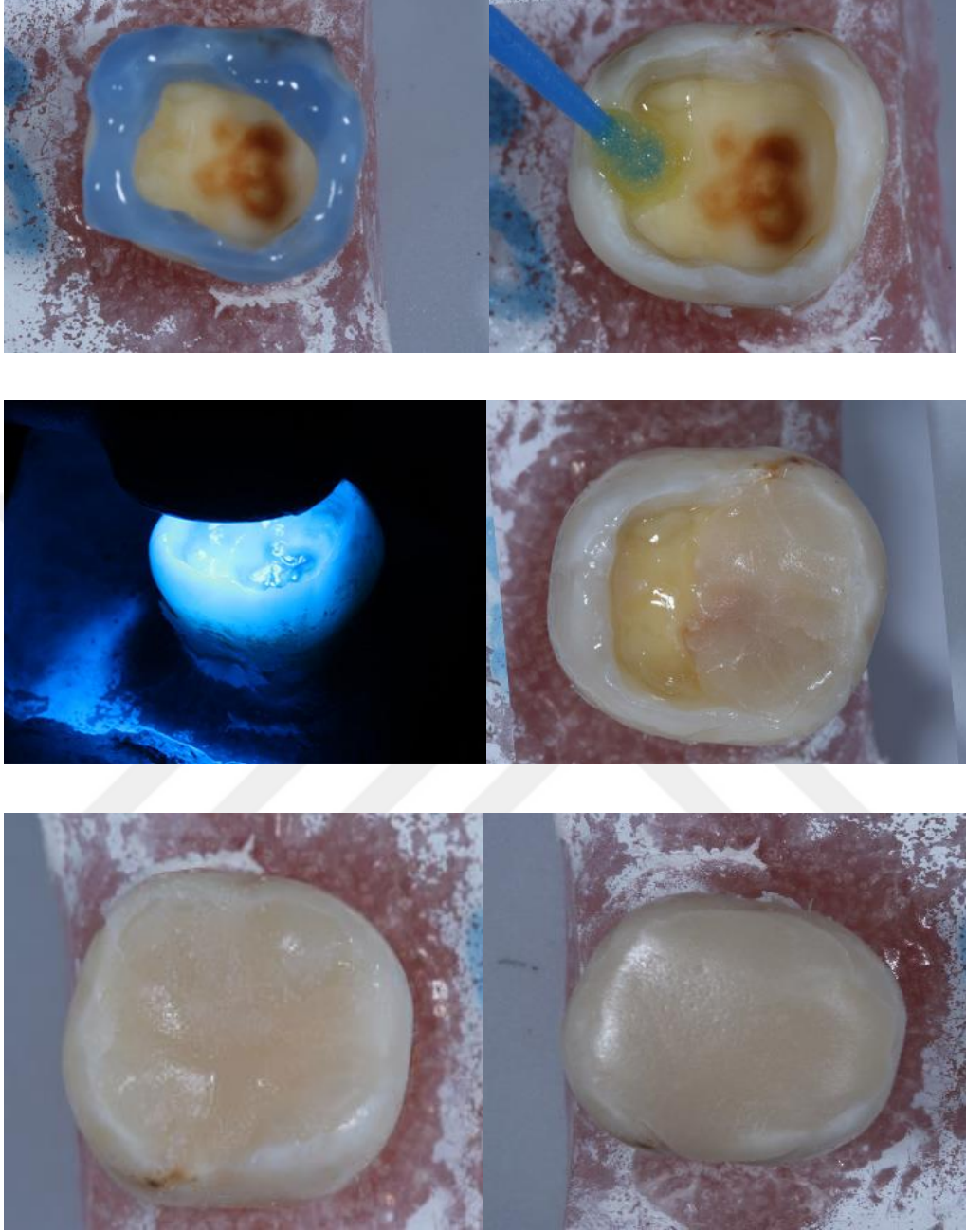
Test grubu için tüm gruplardan 3'er diş mikrogerilim testi için ayrılmıştır. Kavite tabanı, en derin nokta referans alınarak düzgün hale getirilmiştir. Kavite sınırları, dişin boyutlarına göre bukkolingual yönde 5-7 mm, meziodistal yönde 6-8 mm genişlikte olacak şekilde inley kavitesine haline getirilmiştir.



Resim 23. Kavitenin Mikrogerilim Testi İçin Hazırlanması

Kavitenin mine sınırlarına %35'lik orto fosforik asit 20 saniye süreyle uygulanmış, ardından 20 sn su ile yıkanmıştır. Hava su spreyi ile kavite kurutulduktan sonra adeziv ajan kaviteye uygulanmıştır. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda universal adeziv (Prime&Bond, DentsplySirona, Almanya), 20 saniye boyunca meziodistal ve bukkolingual yönde ovalanarak uygulanmış ve ardından 5 sn süre ile basınçlı hava ile uygulanmış ve solventi uçurulmuştur. 20 sn süre ile 1200 mw/ cm^2 gücündeki ışık cihazı (Smart-Lite Focus, DentsplySirona, Almanya) ile 20 sn polimerize edilmiştir.

Çalışmamızda nanohibrit kompozit rezin materyali (Neospectra ST, DentsplySirona, Almanya) kullanılmış, kaviteye 2 mm tabakalar halinde uygulanmıştır. Her kompozit tabakanın yerleştirilmesinin ardından 20 sn ışıkla polimerize edilmiştir.



Resim 24. Dişlerin Restorasyon Süreci

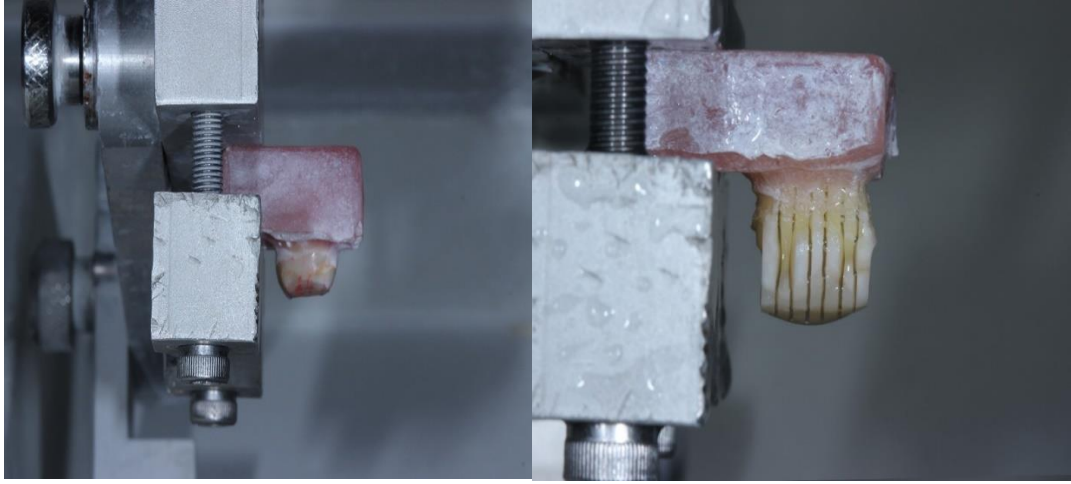
Dişler restore edildikten sonra 24 saat süre ile 37 derece sıcaklıktaki suda bekletildi.

3.3.6 Mikrogerilim testi için örneklerin hazırlanması

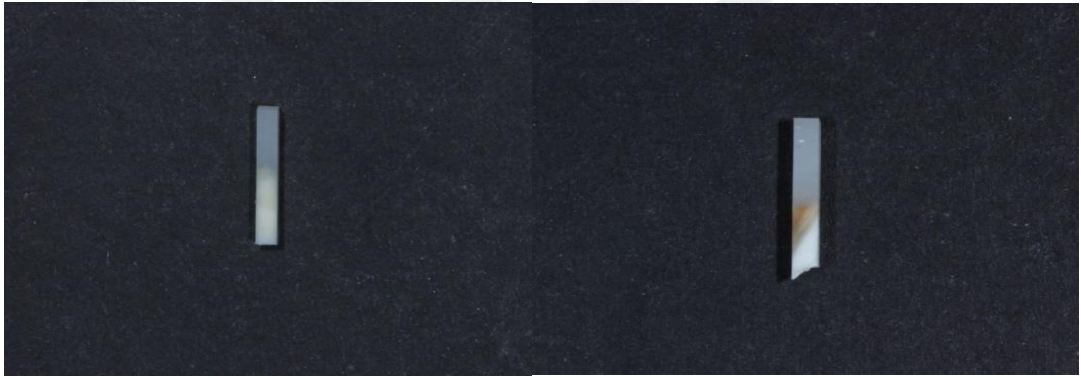
Akrilik bloklar İsetmet hassas cihazına (İsetmet 1000, Buehler, ABD) yerleştirildi. Restorasyonları bitirilmiş ve akrilik bloklara gömülmüş dişler, bıçak dişin uzun aksına paralel olacak şekilde yerleştirildi. Kesiler önce mezio distal yönde yapıldı. 0,3 mm'lik disk kalınlığı hesaba katılarak her keşiden sonra kesici disk 1,3 mm distal yönde ilerletildi, böylece 1 mm genişliğinde kesiler yapıldı. Kesilerin derinliği krun- kök bileşimine kadar ilerletildi. Daha sonra örnek, elmas kesici disk için uzun aksına paralel olacak şekilde 90 derece döndürüldü, bukkolingual yönde, aynı teknikle kesiler yapıldı. Son aşamada diş, uzun aksı kesici diske dik olacak şekilde cihazın tutucu koluna sabitlendi. Elmas kesici disk ile mine-sement sınırı hizasından kesildi, böylece 1 mm²'lik rezin-dentin yüzey alanına sahip çubuklar elde edildi.



Resim 25. Isomet 1000 Hassas Kesim Cihazı



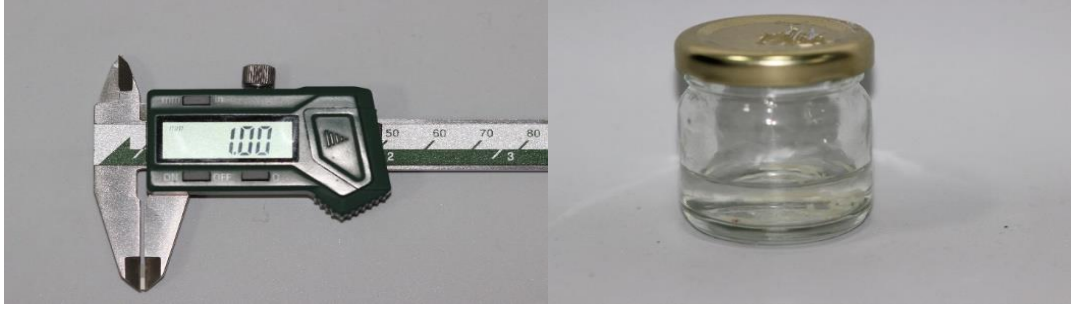
Resim 26. Dişin Uzun Aksı Kesici Diske Paralel Olacak Şekilde Sabitlenmesi ve Kesi Yapılması



Resim 27. Sağlam ve Etkilenmiş Dentin Yüzeyinden Elde Edilen Kesitler

3.3.7 Mikrogerilim testi

Tüm laboratuvar işlemleri sürecinde numuneler distile su içerisinde kapalı kutuda saklanmıştır. Test edilecek numunelerin ebatları dijital kumpasla ölçülerek kaydedilmiştir.



Resim 28. Dijital Kumpas ve Distile Su İçinde Bekletilen Örnekler

Her alt gruptan 15'er numune olmak üzere ICDAS 0, 3, 4 ve 5 gruplarından toplamda 240 numune mikrogerilim testi için ayrılmıştır.

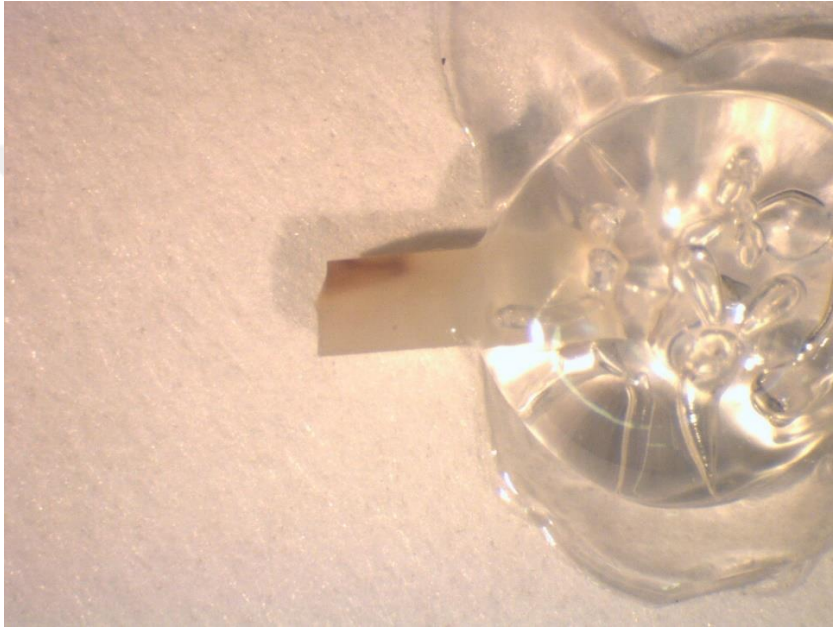
Her bir numune iki ucundan mikrogerilim testi uyguladığımız cihazın (Microtensile Tester, Bisco, Schaumburg, IL, ABD) aparatına siyanoakrilat yapıştırıcı (Pattex, Henkel, Dusseldorf, Almanya) ile yapıştırılmıştır. Gerilme kuvveti 0.5 mm/dak yaklaşım hızı ile numune kopana kadar uygulanmıştır. Kopma anında uygulanan kuvvet, test cihazının kuvvet ölçer aparatının ekranında Newton cinsinden görüntülenmiştir. Daha sonra bağlanma dayanımı, kopma anındaki maksimum kuvvetin bağlanma yüzey alanına bölünmesiyle MPa (N/mm^2) olarak hesaplanmıştır.



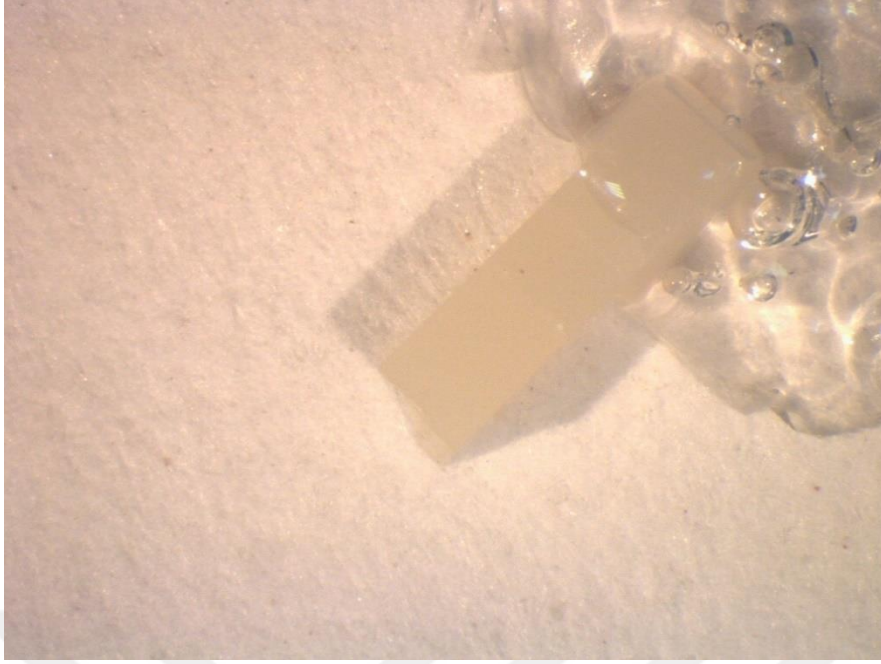
Resim 29. Mikrogerilim Test Cihazı

3.3.8 Stereomikroskop ile kopma yüzeylerinin incelenmesi

Mikrogerilim testi sonucu tüm numunelerin dentin yüzeyleri stereomikroskopta (Leica Microsystems Gmbh, Almanya) incelenerek kopma tipleri belirlenmiş ve görüntüleri alınmıştır. Başarısızlık tipleri adeziv (kopma bağlanma ara yüzeyinde), koheziv (kopma dentin veya kompozit içerisinde) veya miks (kopma hattının bir bölümü arayüzde, bir bölümü ise dentin veya kompozit içerisinde) olarak sınıflandırılmıştır.



Resim 30. Adeziv Kopma



Resim 31. Koheziv Kopma



Resim 32. Miks Kopma

3.4 İstatistiksel Analiz

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Referans tarayıcı ile diğer tarayıcıların karşılaştırılmasında normal dağılım verilerde Eşli iki örnek t testi ve normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı. Üç ve üzeri tarayıcılara göre normal dağılım verilerin karşılaştırılmasından Tekrarlı varyans analizi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni testi ile incelendi. Üç ve üzeri tarayıcılara göre normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasından Friedman testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Dunn testi ile incelendi. Tarayıcılar arası uyumun incelenmesinde sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanıldı.

Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre normal dağılıma uymayan parametrelerin karşılaştırılmasında İki Yönlü ROBUST ANOVA Testi kullanıldı. Analiz sonuçları ortanca (minimum – maksimum) şeklinde sunuldu.

Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skorlarına göre bağlanma değerlerinin karşılaştırılmasında geliştirilmiş lineer modeller kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Tukey HSD testi ile incelendi. Uyum incelemelerinde ise sınıf içi korelasyon analizi kullanıldı. Yöntemler içerisinde ve yöntem ayrımı yapmaksızın bağlanma değerleri ile hacim kaybı değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi normal dağılım veriler için Pearson korelasyon katsayısı ve normal dağılmayan veriler için Spearman's rho korelasyon katsayısı kullanıldı. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre DIAGNOdent bulgularının karşılaştırılmasında Pearson ki-kare testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmeli Z testi ile incelendi. Çürük uzaklaştırma yöntemi, ICDAS skoru ve çürük bulgusuna göre bağlanma değerlerinin karşılaştırılması için geliştirilmiş lineer modeller kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Tukey HSD testi ile incelendi. Analiz sonuçları nicel veriler için ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde ve kategorik veriler için frekans (yüzde) şeklinde sunuldu. Önem düzeyi $p < 0,050$ olarak alındı.

4. BULGULAR

Tablo 10. Ineos x5 ve diğer tarayıcıların başlangıç (1. ölçüm) hesaplamalarının karşılaştırılması ve tarayıcılar aralarındaki uyumun incelenmesi

	ICDAS 3		ICDAS 4		ICDAS 5		Toplam	
	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min - maks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)
Ineos x5 1. ölçüm	349,3±84 ,0	356,0 (141,9 - 588,6)	364,0±66 ,0	373,2 (244,6 - 486,8)	401,2±75 ,1	396,2 (251,3 - 573,5)	371,5±77 ,9	371,8 (141,9 - 588,6)
iTero 1. ölçüm	347,0±84 ,8	355,1 (141,9 - 586,3)	359,2±65 ,1	362,1 (240,6 - 483,9)	395,6±73 ,6	391,9 (249,0 - 564,7)	367,3±77 ,1	366,2 (141,9 - 586,3)
Test ist.	t=1,954		t=4,294		t=6,172		t=6,73	
p	0,058		<0,001		<0,001		<0,001	
ICC (%95 CI) / p	0,998 (0,996-0,999) / p<0,001		0,997 (0,995-0,998) / p<0,001		0,999 (0,997-0,999) / p<0,001		0,998 (0,997-0,999) / p<0,001	
Ineos x5 1. ölçüm	349,3±84 ,0	356,0 (141,9 - 588,6)	364,0±66 ,0	373,2 (244,6 - 486,8)	401,2±75 ,1	396,2 (251,3 - 573,5)	371,5±77 ,9	371,8 (141,9 - 588,6)
Primesc an 1. ölçüm	347,1±84 ,4	355,3 (142,6 - 584,2)	361,7±65 ,9	366,4 (241,1 - 484,5)	398,0±74 ,7	390,8 (249,0 - 567,5)	368,9±77 ,8	366,7 (142,6 - 584,2)
Test ist.	t=2,053		t=2,271		t=6,122		t=4,942	
p	0,047		0,029		<0,001		<0,001	
ICC (%95 CI) / p	0,998 (0,997-0,999) / p<0,001		0,998 (0,996-0,999) / p<0,001		1 (0,999-1) / p<0,001		0,999 (0,998-0,999) / p<0,001	
Ineos x5 1. ölçüm	349,3±84 ,0	356,0 (141,9 - 588,6)	364,0±66 ,0	373,2 (244,6 - 486,8)	401,2±75 ,1	396,2 (251,3 - 573,5)	371,5±77 ,9	371,8 (141,9 - 588,6)
Trios 4 1. ölçüm	348,0±84 ,0	357,1 (141,8 - 581,0)	364,7±64 ,9	367,5 (242,8 - 486,9)	397,0±74 ,1	393,5 (247,7 - 566,8)	369,9±76 ,9	369,0 (141,8 - 581,0)
Test ist.	t=1,137		t=-0,319		t=6,306		t=1,863	
p	0,262		0,751		<0,001		0,065	
ICC (%95 CI) / p	0,998 (0,996-0,999) / p<0,001		0,989 (0,979-0,994) / p<0,001		0,999 (0,998-1) / p<0,001		0,996 (0,995-0,997) / p<0,001	

t: Eşli iki örnek t testi, Z: Wilcoxon testi, ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı (%95 Güven aralığı)

Tarayıcılara ait birinci ölçümler ve uyum değerleri

Ineos x5 ve iTero Element 5D Tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 1.ölçüm ve itero 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,058$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. Ölçüm ile itero 1. Ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ve itero 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p<0,001$). Ineos x5 1. ölçüm ortalaması 364,0 iken itero 1. ölçüm ortalaması 359,2 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile itero 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 1. Ölçüm ve itero 1. Ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p<0,001$). Ineos x5 1. ölçüm ortalaması 401,2 iken itero 1. ölçüm ortalaması 395,6 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile itero 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,999 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorlamasından bağımsız olarak Ineos x5 1. ölçüm ve itero 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p<0,001$). Ineos x5 1. ölçüm ortalaması 371,5 iken itero 1. ölçüm ortalaması 367,3 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile itero 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Ineos x5 ve Primescan Tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 1. Ölçüm ve Primescan 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p=0,047$). Ineos x5 1. ölçüm ortalaması 349,3 iken Primescan 1. Ölçüm ortalaması 347,1 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile Primescan 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ve Primescan 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p=0,029$). Ineos x5 1. ölçüm ortalaması 364,0 iken Primescan 1. ölçüm ortalaması 361,7 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile Primescan 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ve Primescan 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p<0,001$). Ineos x5 1. ölçüm ortalaması 401,2 iken Primescan 1. ölçüm ortalaması 398,0 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile Primescan 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 1 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorlamasından bağımsız olarak Ineos x5 1. ölçüm ve Primescan 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p<0,001$). Ineos x5 1. ölçüm ortalaması 371,5

iken Primescan 1. ölçüm ortalaması 368,9 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile Primescan 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,999 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Ineos x5 ve Trios 4 Tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ve Trios 4 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,262$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile Trios 4 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir ($p<0,001$). I

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ve Trios 4 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,751$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile Trios 4 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,989 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ve Trios 4 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p<0,001$). Ineos x5 1. ölçüm ortalaması 401,2 iken Trios 4 1. ölçüm ortalaması 397,0 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile Trios 4 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,999 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorlamasından bağımsız olarak Ineos x5 1. ölçüm ve Trios 4 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,065$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 1. ölçüm ile Trios 4 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,996 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Tablo 11. Ineos x5 ve diğer tarayıcılarının çürük uzaklaştırma sonrası (2. ölçüm) hesaplamalarının karşılaştırılması ve tarayıcılar aralarındaki uyumun incelenmesi

	ICDAS 3		ICDAS 4		ICDAS 5		Toplam	
	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)
Ineos x5 2. ölçüm	331,8±8 3,6	341,7 (130,2 - 563,2)	329,1±6 1,6	329,1 (219,5 - 451,9)	347,2±6 6,0	349,9 (207,4 - 472,3)	336,0±7 0,9	338,6 (130,2 - 563,2)
iTero 2. ölçüm	330,3±8 4,1	339,1 (130,2 - 560,8)	328,5±6 3,1	328,8 (216,6 - 459,7)	349,0±6 7,7	347,5 (206,9 - 499,9)	335,9±7 2,2	334,3 (130,2 - 560,8)
Test ist.	t=1,449		t=0,531		t=-1,267		t=0,105	
p	0,155		0,598		0,213		0,917	
ICC (%95 CI) / p	0,998(0,997- 0,999) / p<0,001		0,997 (0,994-0,998) / p<0,001		0,995 (0,991-0,997) / p<0,001		0,997 (0,996-0,998) / p<0,001	
Ineos x5 2. ölçüm	331,8±8 3,6	341,7 (130,2 - 563,2)	329,1±6 1,6	329,1 (219,5 - 451,9)	347,2±6 6,0	349,9 (207,4 - 472,3)	336,0±7 0,9	338,6 (130,2 - 563,2)
Primes can 2. ölçüm	330,7±8 5,5	338,0 (126,5 - 557,0)	330,2±6 2,5	333,0 (219,6 - 459,1)	347,3±6 6,9	346,7 (211,7 - 478,0)	336,1±7 2,2	334,8 (126,5 - 557,0)
Test ist.	t=0,777		t=-0,975		t=-0,153		t=-0,08	
p	0,442		0,336		0,879		0,936	
ICC (%95 CI) / p	0,997(0,995-0,999) / p<0,001		0,997 (0,994-0,998) / p<0,001		0,998 (0,996-0,999) / p<0,001		0,997 (0,996-0,998) / p<0,001	
Ineos x5 2. ölçüm	331,8±8 3,6	341,7 (130,2 - 563,2)	329,1±6 1,6	329,1 (219,5 - 451,9)	347,2±6 6,0	349,9 (207,4 - 472,3)	336,0±7 0,9	338,6 (130,2 - 563,2)
Trios 4 2. ölçüm	330,6±8 4,6	329,6 (127,1 - 554,4)	330,5±6 2,9	327,8 (220,2 - 456,0)	347,8±6 7,5	350,8 (205,7 - 470,1)	336,3±7 2,1	333,0 (127,1 - 554,4)
Test ist.	t=0,795		t=-1,161		t=-0,527		t=-0,35	
p	0,431		0,253		0,601		0,727	
ICC (%95 CI) / p	0,997 (0,994-0,998) / p<0,001		0,996 (0,993-0,998) / p<0,001		0,997 (0,995-0,999) / p<0,001		0,997 (0,995-0,998) / p<0,001	

t: Eşli iki örnek t testi, Z: Wilcoxon testi, ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı (%95 Güven aralığı)

Tarayıcılara ait ikinci ölçümler ve uyum değerleri

Ineos x5 ve iTero Element 5D tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ve iTero 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur (p=0,155). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. Ölçüm ile iTero 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir (p<0,001).

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ve iTero 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,598$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile iTero 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ve iTero 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,213$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile iTero 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,995 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorundan bağımsız olarak Ineos x5 2. ölçüm ve iTero 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,917$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile iTero 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Ineos x5 ve Primescan Tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 2. Ölçüm ve Primescan 2. Ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,442$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. Ölçüm ile Primescan 2. Ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ve Primescan 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,336$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile Primescan 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ve Primescan 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,879$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile Primescan 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorundan bağımsız olarak Ineos x5 2. ölçüm ve Primescan 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,936$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile Primescan 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Ineos x5 ve Trios 4 Tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ve Trios 4 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,431$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile Trios 4 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ve Trios 4 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,253$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile Trios 4 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,996 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ve Trios 4 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,601$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile Trios 4 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorundan bağımsız olarak Ineos x5 2. ölçüm ve Trios 4 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,727$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 2. ölçüm ile Trios 4 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).



Tablo 12. Ineos x5 ve diğer tarayıcılarının çürük uzaklaştırma sonrası oluşan hacim kayıp yüzdelerinin karşılaştırılması ve tarayıcılar aralarındaki uyumun incelenmesi

	ICDAS 3		ICDAS 4		ICDAS 5		Toplam	
	Ortalama ±s. sapma	Ortanca(min. - maks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca(m in.-maks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca(minm aks.)	Ortalama ±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)
Ineos Hacim Kayıp Oranı (%)	5,8±4,1	5,0 (2,0 - 20,0)	10,8±4,4	11,0 (3,0 - 21,0)	16,0±8,0	14,0 (5,0 - 39,0)	10,9±7,1	9,0 (2,0 - 39,0)
iTero Hacim Kayıp Oranı (%)	5,5±4,5	4,0 (1,0 - 19,0)	9,6±4,7	9,0 (2,0 - 20,0)	13,9±8,2	13,0 (2,0 - 42,0)	9,7±6,9	8,0 (1,0 - 42,0)
Test ist.	Z=-1,408		t=3,143		Z=-3,768		Z=-5,081	
p	0,159		0,003		<0,001		<0,001	
ICC (%95 CI) / p	0,945 (0,895 - 0,971) / p<0,001		0,921 (0,852 - 0,958) / p<0,001		0,957 (0,919 - 0,977) / p<0,001		0,961 (0,944 - 0,973) / p<0,001	
Ineos Hacim Kayıp Oranı (%)	5,8±4,1	5,0(2,0- 20,0)	10,8±4,4	11,0(3,0- 21,0)	16,0±8,0	14,0(5,0- 39,0)	10,9±7,1	9,0(2,0- 39,0)
Primescan Hacim Kayıp Oranı (%)	5,6±4,8	4,5 (0,0- 23,0)	9,8±4,5	10,0 (1,0 - 20,0)	15,1±8,1	14,0 (4,0- 42,0)	10,1±7,1	8,0 (0,0- 42,0)
Test ist.	Z=-0,627		t=2,543		Z=-2,605		Z=-3,397	
p	0,531		0,015		0,009		0,001	
ICC (%95 CI) / p	0,939 (0,884 - 0,967) / p<0,001		0,9 (0,811 - 0,947) / p<0,001		0,982 (0,967 - 0,991) / p<0,001		0,972 (0,96 - 0,981) / p<0,001	
Ineos Hacim Kayıp Oranı (%)	5,8±4,1	5,0 (2,0 - 20,0)	10,8±4,4	11,0 (3,0 - 21,0)	16,0±8,0	14,0 (5,0 - 39,0)	10,9±7,1	9,0 (2,0 - 39,0)
Trios 4 Hacim Kayıp Oranı (%)	5,9±4,3	4,5 (2,0 - 20,0)	10,7±7,3	9,0 (1,0 - 43,0)	14,6±7,7	13,5 (4,0 - 40,0)	10,4±7,5	9,0 (1,0 - 43,0)
Test ist.	Z=-0,186		Z=-1,617		Z=-2,899		Z=-2,799	
p	0,853		0,106		0,004		0,005	
ICC (%95 CI) / p	0,935 (0,877 - 0,966) / p<0,001		0,656 (0,349 - 0,818) / p=0,001		0,971 (0,946 - 0,985) / p<0,001		0,917 (0,88 - 0,942) / p<0,001	

t: Eşli iki örnek t testi, Z: Wilcoxon testi, ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı (%95 Güven aralığı)

Taramalardan hesaplanan hacim kaybı yüzdeleri ve uyum değerleri

Ineos x5 ve iTero Element 5D Tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ve iTero hacim kayıp oranı arasında bir fark yoktur (p=0,159). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos Hacim Kayıp Oranı ile iTero hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,945 elde edilmiştir (p<0,001).

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 Hacim kayıp oranı ve iTero hacim kayıp oranı ortalamaları arasında bir fark vardır (p=0,003). Ineos x5 hacim kayıp oranı ortalaması %10,8 iken iTero hacim kayıp oranı ortalaması %9,6 olarak elde edilmiştir. Ayrıca

aynı grup içerisinde Ineos hacim kayıp oranı ile iTero hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,921 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ve iTero hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark vardır ($p<0,001$). Ineos hacim kayıp oranı ortancası %14,0 iken iTero hacim kayıp oranı ortancası %13,0 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos hacim kayıp oranı ile iTero hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,957 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorlamasına bağlı olmaksızın Ineos x5 hacim kayıp oranı ve iTero hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark vardır ($p<0,001$). Ineos hacim kayıp oranı ortancası %9,0 iken iTero hacim kayıp oranı ortancası %8,0 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ile iTero hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,961 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Ineos x5 ve Primescan Tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Primescan hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark yoktur ($p=0,531$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ile Primescan hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,939 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Primescan hacim kayıp oranı ortalamaları arasında bir fark vardır ($p=0,015$). Ineos x5 hacim kayıp oranı ortalaması %10,8 iken Primescan hacim kayıp oranı ortalaması %9,8 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos Hacim Kayıp Oranı ile Primescan hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,9 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Primescan hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark vardır ($p=0,009$). Ineos x5 hacim kayıp oranı ortancası ve Primescan hacim kayıp oranı ortancası %14,0 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos hacim kayıp oranı ile Primescan hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,982 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorlamasından bağımsız olarak Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Primescan hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark vardır ($p=0,001$). Ineos x5 hacim kayıp oranı ortancası %9,0 iken Primescan hacim kayıp oranı ortancası %8,0 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ile Primescan hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,972 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Ineos x5 ve Trios 4 Tarayıcıları

ICDAS 3 skoru içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Trios 4 hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark yoktur ($p=0,853$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ile Trios 4 hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,935 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Trios 4 hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark yoktur ($p=0,106$). Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ile Trios 4 hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,656 elde edilmiştir ($p=0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Trios 4 hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark vardır ($p=0,004$). Ineos x5 hacim kayıp oranı ortancası %14,0 iken Trios 4 hacim kayıp oranı ortancası %13,5 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ile Trios 4 hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,971 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorundan bağımsız olarak Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Trios 4 hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark vardır ($p=0,005$). Ineos x5 hacim kayıp oranı ortancası %9,0 iken Trios 4 hacim kayıp oranı ortancası %9,0 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ile Trios 4 hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,917 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Tablo 13. ICDAS skorları için ve skor grubu ayrımı yapmaksızın tarayıcıların karşılaştırılması ve uyumun incelenmesi

	ICDAS 3		ICDAS 4		ICDAS 5		Total	
	Ortalam a±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Ortalam a±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Ortalam a±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Ortalam a±s. sapma	Ortanca (min. - maks.)
iTero 1. ölçüm	347,0±8 4,8	355,1 (141,9 - 586,3)	359,2±6 5,1a	362,1 (240,6 - 483,9)	395,6±7 3,6	391,9 (249,0 - 564,7)	367,3±7 7,1a	366,2 (141,9 - 586,3)
Primescan 1. ölçüm	347,1±8 4,4	355,3 (142,6 - 584,2)	361,7±6 5,9b	366,4 (241,1 - 484,5)	398,0±7 4,7	390,8 (249,0 - 567,5)	368,9±7 7,8b	366,7 (142,6 - 584,2)
Trios 4 1. ölçüm	348,0±8 4,0	357,1 (141,8 - 581,0)	364,7±6 4,9ab	367,5 (242,8 - 486,9)	397,0±7 4,1	393,5 (247,7 - 566,8)	369,9±7 6,9b	369,0 (141,8 - 581,0)
Test ist. p	F=2,433 0,094		F=4,591 0,032		F=3,444 0,051		F=7,031 0,003	
ICC (%95 CI) / p	1 (1 - 1) / p<0,001		0,995 (0,991 - 0,997) / p<0,001		0,999 (0,998 - 0,999) / p<0,001		0,998 (0,998 - 0,999) / p<0,001	
iTero 2. ölçüm	330,3±8 4,1	339,1 (130,2 - 560,8)	328,5±6 3,1	328,8 (216,6 - 459,7)	349,0±6 7,7	347,5 (206,9 - 499,9)	335,9±7 2,2	334,3 (130,2 - 560,8)
Primescan 2. ölçüm	330,7±8 5,5	338,0 (126,5 - 557,0)	330,2±6 2,5	333,0 (219,6 - 459,1)	347,3±6 6,9	346,7 (211,7 - 478,0)	336,1±7 2,2	334,8 (126,5 - 557,0)
Trios 4 2. ölçüm	330,6±8 4,6	329,6 (127,1 - 554,4)	330,5±6 2,9	327,8 (220,2 - 456,0)	347,8±6 7,5	350,8 (205,7 - 470,1)	336,3±7 2,1	333,0 (127,1 - 554,4)
Test ist. p	F=0,093 0,911		F=2,629 0,079		F=0,846 0,414		F=0,132 0,862	
ICC (%95 CI) / p	0,999 (0,998 - 0,999) / p<0,001		0,999 (0,998 - 0,999) / p<0,001		0,997 (0,995 - 0,998) / p<0,001		0,998 (0,998 - 0,999) / p<0,001	
iTero Hacim Kayıp Oranı	5,5±4,5	4,0 (1,0 - 19,0)	9,6±4,7	9,0 (2,0 - 20,0)	13,9±8,2	13,0 (2,0 - 42,0)	9,7±6,9	8,0 (1,0 - 42,0)
Primescan Hacim Kayıp Oranı	5,6±4,8	4,5 (0,0 - 23,0)	9,8±4,5	10,0 (1,0 - 20,0)	15,1±8,1	14,0 (4,0 - 42,0)	10,1±7,1	8,0 (0,0 - 42,0)
Trios 4 Hacim Kayıp Oranı	5,9±4,3	4,5 (2,0 - 20,0)	10,7±7,3	9,0 (1,0 - 43,0)	14,6±7,7	13,5 (4,0 - 40,0)	10,4±7,5	9,0 (1,0 - 43,0)
Test ist. p	$\chi^2=2,293$ 0,318		$\chi^2=2,793$ 0,247		$\chi^2=6,155$ 0,051		$\chi^2=7,481$ 0,051	
ICC (%95 CI) / p	0,938 (0,895 - 0,965) / p<0,001		0,815 (0,688 - 0,896) / p<0,001		0,974 (0,956 - 0,985) / p<0,001		0,95 (0,932 - 0,964) / p<0,001	

χ^2 : Friedman test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, a-b: Aynı harfe sahip tarayıcılar arasında bir fark yoktur, ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı (%95 Güven aralığı)

iTero, Primescan ve Trios 4 Tarayıcılarının ilk ölçümler için karşılaştırılması

ICDAS 3 skoru içerisinde iTero 1. ölçüm, Primescan 1. ölçüm ve Trios 4 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,094$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero 1. ölçüm, Primescan 1. ölçüm ile Trios 4 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 1 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde iTero 1. ölçüm, Primescan 1. ölçüm, Trios 4 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p=0,032$). İtero 1. ölçüm ortalaması 359,2, Primescan 1. ölçüm ortalaması 361,7 iken Trios 4 1. ölçüm ortalaması 364,7 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde iTero 1. ölçüm, Primescan 1. ölçüm ile Trios 4 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,995 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde iTero 1. ölçüm, Primescan 1. ölçüm ve Trios 4 1. Ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,051$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero 1. ölçüm, Primescan 1. ölçüm ile Trios 4 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,999 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorundan bağımsız olarak iTero 1. ölçüm, Primescan 1. ölçüm, Trios 4 1. ölçüm ortalamaları arasında bir fark vardır ($p=0,003$). İtero 1. ölçüm ortalaması 367,3, Primescan 1. Ölçüm ortalaması 368,9 iken Trios 4 1. ölçüm ortalaması 369,9 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde iTero 1. ölçüm, Primescan 1. ölçüm ile Trios 4 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir ($p<0,001$).

iTero, Primescan ve Trios 4 Tarayıcılarının ikinci ölçümler için karşılaştırılması

ICDAS 3 skoru içerisinde iTero 2. ölçüm, Primescan 2. ölçüm ve Trios 4 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,911$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero 2. ölçüm, Primescan 2. ölçüm ile Trios 4 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,999 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde iTero 2. ölçüm, Primescan 2. ölçüm ve Trios 4 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,079$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero 2. ölçüm, Primescan 2. ölçüm ile Trios 4 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,999 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde iTero, Primescan ve Trios 4 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,414$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero 2. ölçüm, Primescan 2. ölçüm ile Trios 4 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,997 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorundan bağımsız olarak iTero 2. ölçüm, Primescan 2. ölçüm ve Trios 4 2. ölçüm ortalamaları arasında bir fark yoktur ($p=0,862$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero 2. ölçüm, Primescan 2. ölçüm ile Trios 4 2. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,998 elde edilmiştir ($p<0,001$).

iTero, Primescan ve Trios 4 Tarayıcılarının hacim kayıp yüzdeleri için karşılaştırılması

ICDAS 3 skoru içerisinde iTero hacim kayıp oranı, Primescan hacim kayıp oranı ve Trios 4 hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark yoktur ($p=0,318$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero Hacim Kayıp Oranı, Primescan hacim kayıp oranı ile Trios 4 hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,938 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 4 skoru içerisinde iTero hacim kayıp oranı, Primescan hacim kayıp oranı ve Trios 4 hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark yoktur ($p=0,247$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero hacim kayıp oranı, Primescan hacim kayıp oranı ile Trios 4 hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,815 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS 5 skoru içerisinde iTero hacim kayıp oranı, Primescan hacim kayıp oranı ve Trios 4 Hacim Kayıp Oranı ortancaları arasında bir fark yoktur ($p=0,051$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero hacim kayıp oranı, Primescan hacim kayıp oranı ile Trios 4 hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,974 elde edilmiştir ($p<0,001$).

ICDAS skorundan bağımsız olarak iTero hacim kayıp oranı, Primescan hacim kayıp oranı ve Trios 4 hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark yoktur ($p=0,051$). Ayrıca aynı grup içerisinde iTero hacim kayıp oranı, Primescan hacim kayıp oranı ile Trios 4 hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0,95 elde edilmiştir ($p<0,001$).

Tablo 14. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre Ineos x5 tarayıcısına ait 1. ölçüm değerlerinin karşılaştırılması

	Q	p
Çürük uzaklaştırma yöntemi	0,68	0,564
ICDAS Skoru	0,728	0,483
Çürük uzaklaştırma yöntemi*ICDAS SKORU	6,192	0,402

Q: ROBUST ANOVA Test İstatistiği

Çürük uzaklaştırma yöntemi, Ineos x5 1. ölçüm ortanca değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,564$). ICDAS skoru ana etkisi Ineos x5 1. ölçüm ortanca değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,483$). Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skoru etkileşimi Ineos x5 1. ölçüm ortanca değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,402$).

Tablo 15. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre Ineos x5 tarayıcısına ait 1. ölçüm değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Çürük uzaklaştırma yöntemi	ICDAS SKORU			Toplam
	3	4	5	
Çelik frez	368,71 (149,88 - 424,37)	380,43 (297,66 - 403,71)	352,92 (251,28 - 459,21)	373,82 (149,88 - 459,21)
Seramik frez	353,2 (141,89 - 588,64)	277,45 (244,6 - 421,2)	401,21 (293,24 - 573,45)	354,12 (141,89 - 588,64)
Tungsten karbit frez&Alüminyum oksit	372,5 (292,98 - 413,73)	365,08 (246,02 - 467,64)	377,22 (347,82 - 503,62)	369,69 (246,02 - 503,62)
Tungsten karbit frez&BAC	341,88 (269,67 - 522,37)	424,23 (319,76 - 486,83)	436,15 (327,96 - 523,48)	388,01 (269,67 - 523,48)
Toplam	356,04 (141,89 - 588,64)	373,2 (244,6 - 486,83)	396,19 (251,28 - 573,45)	371,77 (141,89 - 588,64)

Ortanca (minimum – maksimum)

Tablo 16. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre Ineos x5 tarayıcısına ait 2. ölçüm değerlerinin karşılaştırılması

Çürük uzaklaştırma yöntemi	ICDAS SKORU			Toplam
	3	4	5	
Çelik frez	353,44 (130,15 - 414,75)	329,08 (260,63 - 349,42)	287,84 (207,43 - 383,88)	329,08 (130,15 - 414,75)
Seramik frez	338,99 (133,8 - 563,23)	260,89 (219,49 - 383,69)	363,72 (261,8 - 457,4)	320,41 (133,8 - 563,23)
Tungsten karbit frez&Alüminyum oksit	356,96 (278,12 - 406,15)	329,54 (221,7 - 446,26)	343,64 (302,23 - 467,75)	343,44 (221,7 - 467,75)
Tungsten karbit frez&BAC	330,44 (251,03 - 493,52)	374,99 (272,63 - 451,89)	397,38 (293,3 - 472,25)	348,96 (251,03 - 493,52)
Toplam	341,7 (130,15 - 563,23)	329,08 (219,49 - 451,89)	349,88 (207,43 - 472,25)	338,61 (130,15 - 563,23)

Ortanca (minimum – maksimum)

Tablo 17. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine ve ICDAS skorlarına göre Ineos x5 tarayıcısına ait hacim kayıp oranı değerlerinin karşılaştırılması

	Q	p
Çürük uzaklaştırma yöntemi	2,012	0,110
ICDAS SKORU	9,615	<0,001
Çürük uzaklaştırma yöntemi*ICDAS SKORU	15,257	0,018

Q: ROBUST Test İstatistiği

Çürük uzaklaştırma yöntemi ana etkisi, hacim kayıp oranı ortanca değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,110$). ICDAS skoru ana etkisi, hacim kayıp oranı ortanca değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). ICDAS 3 skorunda hacim kayıp oranı ortanca değeri %5, 4 skorunda %11 ve 5 skorunda %14 olarak elde edilmiştir ve tüm ICDAS skorlarında elde edilen ortanca hacim kaybı oranları birbirinden farklılık göstermiştir. Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skoru etkileşimi, hacim kaybı ortanca değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,018$). Burada en yüksek hacim kaybı ortanca değeri %18,5 ile çelik frez grubu ve ICDAS 5 skorunda, ve seramik frez grubu ile ICDAS 5 skorunda elde edilmiştir. En düşük ortanca hacim kaybı değeri ise %4 ile

Tungsten karbit frez&BAC çürük uzaklaştırma yönteminde ve ICDAS 3 skoru grubunda elde edilmiştir.

Tablo 18. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ve ICDAS skorlarına göre hacim kayıp oranı değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Çürük uzaklaştırma yöntemi	ICDAS SKORU			Toplam
	3	4	5	
Çelik frez	7(2-19) ^{ABC}	14,5 (9 - 18) ^A	18,5(12-39) ^{ABC}	14,5(2-39)
Seramik frez	5(3- 20) ^{BC}	10,5(4-13) ^{ABC}	18,5(5- 31) ^{AB}	10,5(3-31)
Tungsten karbit frez&Alüminyum oksit	4,5(2 - 7) ^C	8,5(3 - 13) ^{ABC}	11(5 -21) ^{ABC}	7(2-21)
Tungsten karbit frez&BAC	4 (2-7) ^C	9,5(3-21) ^{ABC}	10,5(8- 23) ^{ABC}	8 (2-23)
Toplam	5 (2-20) ^a	11(3-21) ^b	14 (5-39) ^c	9 (2-39)

Ortanca (minimum – maksimum); a-c: Aynı harfe sahip ana etkiler arasında bir fark yoktur; A-C: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında bir fark yoktur

Tablo 19. Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skorlarına göre bağlanma değerlerinin karşılaştırılması

	KT	SD	KO	F	p	KEK
Yöntem	3652,700	3	1217,560	151,510	<0,001	0,670
ICDAS skoru	233,900	3	77,970	9,700	<0,001	0,115
Yöntem x ICDAS skoru	334,900	9	37,210	4,630	<0,001	0,157

F: Varyans analizi test istatistiği, KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler Ortalaması, KEK: Kısmi eta kare, R²=70,11%, Düzeltilmiş R²=68,10%

Çürük uzaklaştırma yönteminin etkisi bağlanma değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,001). Bu farklılık tüm yöntemler arasında gözlemlenmiştir. Çelik frez grubunda ortalama değer 19,94 MPa iken seramik frezde 16,4, TKF&BAC grubunda 15,03 ve TKF&Al₂O₃ grubunda 25,17 MPa olarak elde edilmiştir. ICDAS skorlaması bağlanma değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,001). Bu farklılık kontrol grubu ve ICDAS 3 skorlaması ile ICDAS 4 ve ICDAS 5 seviyeleri arasında gözlemlenmiştir.

Bağlanma değerleri, kontrol grubu için ortalama 20,12 MPa ve ICDAS 3 için 19,91 MPa iken ICDAS 4 için 17,9 ve ICDAS 5 için 18,2 MPa olarak elde edilmiştir.

Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skoru etkileşimi bağlanma değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,001). ICDAS 5 skoru için en yüksek ortalama 26,45 MPa ile Al₂O₃ grubunda elde edilmişken en düşük ortalama 14,29 MPa ile seramik frez grubunda elde edilmiştir. Çelik frez grubunda ICDAS 3 için ortalama değeri 22,23 MPa iken ICDAS 4 için 17,47, ICDAS 5 için 17,75 ve kontrol

için 20,71 MPa olarak elde edilmiştir. Seramik frez grubunda ICDAS 3 için ortalama değeri 19,05 MPa iken ICDAS 4 için 15,27, ICDAS 5 için 14,29 ve kontrol için 16,98 MPa olarak elde edilmiştir. TKF&BAC grubunda ICDAS 3 skoru için ortalama değeri 14,45 iken ICDAS 4 için 14,69, ICDAS 5 için 14,33 ve kontrol için 16,64 MPa olarak elde edilmiştir. Al₂O₃ grubunda ICDAS 3 için ortalama değeri 23,89 iken ICDAS 4 için 24,19, ICDAS 5 için 26,45 ve kontrol için 26,13 olarak elde edilmiştir.

Tablo 20. Çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS skorlaması verilerine göre bağlanma değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Yöntem	ICDAS skoru				Toplam
	ICDAS 3	ICDAS 4	ICDAS 5	KONTROL	
Çelik Frez	22,23 ± 2,02 ^F	17,47 ± 2,6 ^F	17,75 ± 4,23 ^F	20,71 ± 4,43 ^{EF}	19,54 ± 3,95 ^d
Seramik Frez	19,05 ± 3,56 ^{AB}	15,27 ± 2,7 ^{AB}	14,29 ± 2,26 ^A	16,98 ± 2,78 ^A	16,4 ± 3,34 ^a
TKF&BAC	14,45 ± 3,95 ^{CDE}	14,69 ± 2,56 ^F	14,33 ± 2,05 ^F	16,64 ± 2,84 ^{EF}	15,03 ± 3,01 ^c
TKF&Al ₂ O ₃	23,89 ± 1,73 ^{BC}	24,19 ± 1,73 ^{DEF}	26,45 ± 1,69 ^{DEF}	26,13 ± 2,04 ^{BCD}	25,17 ± 2,1 ^b
Toplam	19,91 ± 4,64 ^a	17,9 ± 4,48 ^b	18,2 ± 5,68 ^b	20,12 ± 4,92 ^a	19,03 ± 5,02

A-F: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur. a-d: Aynı harfe sahip ana etkiler arasında fark yoktur. Ortalama ± s. Sapma

Tablo 21. Çürük uzaklaştırma yöntemleri içerisinde ve yöntem ayrımı yapmaksızın bağlanma değerleri ile hacim kayıp değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

Yöntem	Çürük Seviyesi	r	p
Çelik Frez	ICDAS 3 Bağlanma – Hacim Kaybı	-0,135 ^a	0,829
	ICDAS 4 Bağlanma – Hacim Kaybı	-0,710 ^a	0,179
	ICDAS 5 Bağlanma – Hacim Kaybı	0,669 ^a	0,217
Seramik Frez	ICDAS 3 Bağlanma – Hacim Kaybı	0,024 ^a	0,696
	ICDAS 4 Bağlanma – Hacim Kaybı	0,679 ^a	0,208
	ICDAS 5 Bağlanma – Hacim Kaybı	-0,283 ^a	0,644
TKF&BAC	ICDAS 3 Bağlanma – Hacim Kaybı	-0,188 ^a	0,762
	ICDAS 4 Bağlanma – Hacim Kaybı	0,263 ^a	0,669
	ICDAS 5 Bağlanma – Hacim Kaybı	0,770 ^a	0,128
TKF&Al ₂ O ₃	ICDAS 3 Bağlanma – Hacim Kaybı	0,346 ^a	0,568
	ICDAS 4 Bağlanma – Hacim Kaybı	-0,142 ^a	0,820
	ICDAS 5 Bağlanma – Hacim Kaybı	-0,919 ^a	0,027
Genel	ICDAS 3 Bağlanma – Hacim Kaybı	0,214 ^a	0,366
	ICDAS 4 Bağlanma – Hacim Kaybı	0,543 ^b	0,013
	ICDAS 5 Bağlanma – Hacim Kaybı	-0,498 ^a	0,026

^aPearson korelasyon katsayısı, ^bSpearman's rho korelasyon katsayısı

Çelik frez, Seramik frez ve BAC grupları içerisinde ICDAS 3, ICDAS 4 ve ICDAS 5 skorları için bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,050$). TKF&Al₂O₃ grubunda ICDAS 3 ve ICDAS 4 skorunda bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,050$). TKF&Al₂O₃ grubunda ICDAS 5 skoru için bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü çok yüksek düzeyde bir ilişki bulunmuştur ($r=-0,919$; $p=0,027$).

Yöntem ayrımı yapmaksızın ICDAS 3 bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,366$). Yöntem ayrımı yapmaksızın ICDAS 4 bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur ($r=0,543$; $p=0,013$). Yöntem ayrımı yapmaksızın ICDAS 5 bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur ($r=-0,498$; $p=0,026$).

Tablo 22. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre DIAGNOdent çürük bulgusunun karşılaştırılması

	Çelik rond	Seramik rond	BAC	Alüminyum oksit	Test ist.	p ¹
ICDAS 3						
Çürük Yok	9 (90)	8 (80)	3 (30)	4 (40)	10,833	0,013
Çürük Var	1 (10) ^a	2 (20) ^{ab}	7 (70) ^b	6 (60) ^{ab}		
ICDAS 4						
Çürük Yok	7 (70)	6 (60)	2 (20)	4 (40)	5,915	0,116
Çürük Var	3 (30)	4 (40)	8 (80)	6 (60)		
ICDAS 5						
Çürük Yok	7 (70)	1 (10)	0 (0)	4 (40)	14,286	0,003
Çürük Var	3 (30) ^a	9 (90) ^b	10 (100) ^b	6 (60) ^{ab}		

¹Pearson ki-kare testi, a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur. Frekans (Yüzde)

Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ICDAS 3 grubunda, çürük bulgusunun grup içi dağılımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,013$). Bu farklılık çelik rond ile TKF&BAC yöntemleri arasında çürük bulgusu oranının farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır. Çelik rond grubunda çürük bulgusu oranı %10, seramik rond grubunda çürük bulgusu oranı %20, TKF&BAC grubunda çürük bulgusu

oranı %70 ve alüminyum oksit grubunda çürük bulgusu oranı %60 olarak elde edilmiştir. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ICDAS 4 grubunda, çürük bulgusunun grup içi dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,116$). Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre ICDAS 5 grubunda çürük bulgusunun grup içi dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,003$). Bu farklılık çelik rond ve seramik rond yönteminin, TKF&BAC grubu ile arasında çürük bulgusu oranlarının farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır. Çürük bulgusu oranları; Çelik rond grubunda %30, seramik rond grubunda %90, TKF&BAC grubunda %100 ve TKF&Al₂O₃ grubunda %60 olarak elde edilmiştir.

Tablo 23. Yöntem, ICDAS skoru ve çürük bulgusuna göre bağlanma değerlerinin karşılaştırılması

	KT	SD	KO	F	p	KEK
Yöntem	83,2	3	27,718	2,850	0,051	0,077
ICDAS skoru	261,5	2	130,745	13,460	<0,001	0,209
Çürük Bulgusu	0,3	1	0,29	0,030	0,863	0,000
Yöntem x ICDAS skoru	154,9	6	25,81	2,660	0,019	0,135
Yöntem x Çürük bulgusu	31,0	3	10,315	1,060	0,369	0,030
ICDAS skoru x Çürük bulgusu	6,2	2	3,119	0,320	0,726	0,006

F: Varyans analizi test istatistiği, KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler Ortalaması, KEK: Kısmi eta kare, R²=39,35%, Düzeltilmiş R²=29,24%

Çürük uzaklaştırma yöntemi, bağlanma değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,051$). TKF&Al₂O₃ grubunda elde edilen ortalama değer 17,64 iken, çelik rond grubunda 17,9, seramik rond grubunda 15,66 ve BAC grubunda ise 16,1 olarak elde edilmiştir. ICDAS skorlaması bağlanma değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Bu farklılık ICDAS 3 ile ICDAS 4 ve ICDAS 5 arasında gözlemlenmiştir. ICDAS 3 için ortalama değer 18,96, ICDAS 4 için 16,32 ve ICDAS 5 için ortalama değer 15,2 olarak elde edilmiştir. Çürük bulgusu bağlanma üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,863$). Çürük için ortalama değer 17,54 iken çürük olanlar için 16,22 olarak elde edilmiştir Yöntem ve seviye etkileşimi bağlanma değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,019$). En düşük ortalama 13,68 ile çelik rond yöntemi ICDAS 5 skorunda elde edilmişken en yüksek ortalama 21,45 ile çelik rond yöntemi ICDAS 3 skorunda elde

edilmiştir. TKF&Al₂O₃ grubunda ICDAS 3 için ortalama değeri 18,81 iken ICDAS 4 için 16,39 ve ICDAS 5 için 17,73 olarak elde edilmiştir. Çelik rond grubunda ICDAS 3 için ortalama değeri 21,45 iken ICDAS 4 için 18,56 ve ICDAS 5 için 13,68 olarak elde edilmiştir. Seramik rond grubunda ICDAS 3 için ortalama değeri 16,58 iken ICDAS 4 için 15,39 ve ICDAS 5 için 15 olarak elde edilmiştir. TKF&BAC grubunda ICDAS 3 için ortalama değeri 19 iken ICDAS 4 için 14,94 ve ICDAS 5 için 14,37 olarak elde edilmiştir. Yöntem ve çürük bulgusu etkileşimi bağlanma değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,369). ICDAS skoru ve çürük durumu etkileşimi bağlanma değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,369). Tanımlayıcı istatistikler Tablo 24’te sunulmuştur.

Tablo 24. Yöntem, seviye ve çürük durumuna göre bağlanma değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Yöntem	Çürük	Seviye			Toplam
		ICDAS3	ICDAS4	ICDAS5	
Alüminyum oksit	Çürük Yok	19,97 ± 4,79	15,33 ± 3,59	20 ± 1,26	18,43 ± 3,94
	Çürük Var	18,03 ± 3,26	17,1 ± 2,76	16,22 ± 2,53	17,12 ± 2,8
	Toplam	18,81 ± 3,82 ^{AB}	16,39 ± 3,06 ^{ABC}	17,73 ± 2,81 ^{ABC}	17,64 ± 3,3
Çelik rond	Çürük Yok	21,42 ± 2,14	19,53 ± 2,56	14 ± 3,41	18,59 ± 4,11
	Çürük Var	21,7 ± 0	16,3 ± 4,88	12,93 ± 5,11	15,63 ± 5,16
	Toplam	21,45 ± 2,02 ^A	18,56 ± 3,48 ^{AB}	13,68 ± 3,72 ^C	17,9 ± 4,46
Seramik rond	Çürük Yok	15,93 ± 1,22	16,22 ± 2,88	12,5 ± 0	15,81 ± 2,14
	Çürük Var	19,2 ± 6,36	14,15 ± 2,95	15,28 ± 2,85	15,5 ± 3,45
	Toplam	16,58 ± 2,75 ^{ABC}	15,39 ± 2,94 ^{BC}	15 ± 2,83 ^{BC}	15,66 ± 2,83
TKF&BAC	Çürük Yok	17,33 ± 4,47	13,45 ± 2,9	---	15,78 ± 4,08
	Çürük Var	19,71 ± 4,55	15,31 ± 2,35	14,37 ± 2,11	16,17 ± 3,71
	Toplam	19 ± 4,43 ^{AB}	14,94 ± 2,42 ^{BC}	14,37 ± 2,11 ^{BC}	16,1 ± 3,7
Toplam	Çürük Yok	18,84 ± 3,59	16,96 ± 3,44	15,88 ± 4,03	17,54 ± 3,77
	Çürük Var	19,14 ± 3,95	15,74 ± 2,95	14,9 ± 2,82	16,22 ± 3,57
	Toplam	18,96 ± 3,69 ^a	16,32 ± 3,21 ^b	15,2 ± 3,21 ^b	16,83 ± 3,7

A-C: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur. a-b: Aynı harfe sahip ana etkiler arasında fark yoktur. ---: Gözlem yoktur. Ortalama ± s. Sapma

Tablo 25. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre kopma tiplerinin sınıflandırılması

Çürük Uzaklaştırma Yöntemi	Kopma Tipleri		
	<u>Adeziv</u>	<u>Koheziv</u>	<u>Miks</u>
Çelik rond frez	57	3	0
Seramik rond frez	60	0	0
Tungsten karbit frez & BAC	52	6	2
Tungsten karbit frez Al ₂ O ₃	51	8	1

5. TARTIŞMA

Güncel dental tarayıcıların hepsi, görüntülenecek objeye dokunmadan yani dokunmasız (non-kontakt) modda kullanılmaktadırlar. Fakat farklı firmalar tarafından üretilen farklı ağız içi tarayıcılar; konfokal mikroskopi, triangulasyon, interferometri, dalga örnekleme (wavefront sampling), yapısal aydınlatma (structured light), lazer ve video gibi farklı protokollerle çalışırlar. Bu çalışma prensipleri dolayısıyla ortaya çıkardıkları görüntü netlikleri arasında ciddi farklılıklar bulunabilmektedir.

Ağız içi ve ağız dışı tarayıcı sistemlerini konu alan çalışmalar hassasiyet, doğruluk ve tutarlılık (kesinlik) tanımlarından bahsetmektedirler. Bu tanımlar, “International Organization for Standardization 5725-1”de tanımlanmıştır. Buna göre doğruluk; ölçülen asıl değerle ölçüm yapılan değerlerin aritmetik ortalamalarının yakınlığı, tutarlılık; tekrarlanan ölçüm değerlerinin birbirine olan yakınlığı, hassasiyet ise hem doğruluk hem de tutarlılığı kapsayan bir terim olarak tanımlanmıştır. Tutarlılık ve doğruluk ne kadar yüksek olursa ölçüm o kadar tahmin edilebilir ve gerçek boyutlarına yakın veya eşit bir sonuç vermektedir.

Üç farklı ağız dışı tarayıcının (D800, inEOS X5, ArcticaScan) doğruluğunun kıyaslandığı bir araştırmada referans tarayıcı olarak bir endüstriyel tarayıcı (ATOS Core 80) kullanılmıştır. Cihazlar yüzey çakıştırmalarına göre sıralandıklarında D800 grubunun, kontrol grubuna en yakın doğruluk oranında olduğu görülmüştür. ArcticaScan ve inEOS X5 13-20 µm değer aralığında doğruluk göstermişlerdir (Bilmenoğlu ve Bilgin, 2021).

Taranan dişin konumu, tarayıcı mesafesi, uygulayıcının deneyimi, ortam koşulları, tarama hızı, tekrarlayan taramalar gibi faktörlerin tarama kalitesini etkilediği bilinmektedir (Bakıç ve ark., 2021, Rotar ve ark., 2022). Tarama hızı arttıkça tarama çözünürlüğü de azalır. Ayrıca hızlı taranan bazı bölgeler eksik görüntülenebilir ve bu bölgeleri tekrar tarayan hekim kameranın açısını değiştirebilir. Açının farklı olması distorsiyonların artmasına ve doğruluğun azalmasına neden olabilir. Ağız dışı tarayıcının sabit bir hız ve açıda kayıt alması ve tüm bu faktörleri elimine etmesi nedeniyle çalışmamızda referans olarak Ineos x5 (DentsplySirona, Almanya) ağız dışı dental tarayıcısı kullanılmıştır. Tüm taramalar tek güdük modunda yapılmış ve objenin

konumlandırıldığı, tarayıcı kolun açısı dışın morfolojik özelliğine göre 45-60 derece arasında konumlandırılmıştır.

Dental morfoloji ve preparasyon dizaynının tarayıcıların doğruluğuna olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Trios 3, Omnicam ve Medit i500 tarayıcıları karşılaştırılmıştır. Doğruluk için Ineos x5 referans alınmıştır. Tarayıcılar arasında önemli farklılıklar görülmüştür. 3 Shape Trios 3 ($35.70 \pm 14.12 \mu\text{m}$) ve Medit i500 ($44.31 \pm 11.41 \mu\text{m}$) istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir. Ancak her ikisi de Omnicam ($57.83 \pm 22.14 \mu\text{m}$) ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha iyi hassasiyet sonuçları göstermiştir (Ashraf ve ark., 2020). Diğer yandan, ekstrakoronal preparasyonlarda intrakoronal preparasyonlara göre daha yüksek hassasiyet değerleri elde edilmiştir.

Bizim çalışmamızda referans tarayıcıya göre ICDAS skor dağılımında 3 skorunda tarayıcıların ölçtükleri hacim kayıp yüzdeleri arasında fark bulunmamasına rağmen, skor artışıyla artan hacim kayıp yüzdeleriyle birlikte tarayıcılarda farklılıklar oluşmuştur (Tablo 12). Bu farkların Ashraf ve arkadaşlarının çalışmasına benzer şekilde, çalışmamızdaki preparasyonun intrakoronal olmasından ve sınıf I kavite derinliklerindeki artıştan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamıza sadece okluzal kavitelerin dahil edilmiş olması, oluşabilecek farklar göz önüne alındığında çalışmamızın limitasyonları arasında sayılabilir.

Park ve arkadaşları, ortodontik tedavi sürecinde kanin dişlerde meydana gelen aşınma miktarını incelemişlerdir. Hastaların tedavi öncesi ve sonrasına ait dental modellerini, lazer yüzey tarayıcı (KOD 300, Orapix, Seoul, Güney Kore) ile taramış, kanin dişleri çakıştırarak meydana gelen hacim kaybını hesaplamışlardır (Park ve ark., 2014). Fakat Park ve arkadaşları, referans nokta olarak kanin dişlerin orta üçlüsünü referans almışlardır. Çakıştırma yazılımı ile ilgili bir bilgi verilmediği gibi, alan seçimi ile ilgili detay belirtmemişlerdir. Korkut ve arkadaşları ise okluzal yüzeydeki aşınma miktarını dental tarayıcı (Cerec Omnicam, Sirona Dental Sistemleri) ile milimetrik olarak ölçtükleri çalışmada ise referans seçimi için, tarama öncesinde proksimal duvarda kavite preparasyonu yapmışlardır (Bora Korkut, Doktora Tezi, Aşınmış Dişlerde Boyut Değişikliklerinin Uzun Dönem Ölçülebilirliğinin Çeşitli Metotlarla Değerlendirilmesi, Marmara Üniversitesi, 2015;99). Bizim çalışmamızda ise referans

nokta olarak tüberkül tepeleri dikkate alınmıştır. Bu nedenle mevcut çalışmadaki ölçüm hassasiyetimizin, Park ve arkadaşlarının çalışmasına göre daha güvenilir olduğunu düşünmekteyiz.

Kullanılan led ışık kaynağının, tarayıcıların hassasiyetinde önemli bir faktör olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir. Beyaz led ışık kaynağı bulunan tarayıcılarda dar ve derin alanlarda sıklıkla hatalar meydana geldiği bildirilmiştir (Jeon ve ark., 2015). Mavi ışık kullanan tarayıcılar, beyaz ışık ve lazer tarayıcılardan daha doğru sonuçlar göstermiştir (Emir ve Ayyıldız, 2019) . Mavi LED tarayıcıların, daha az hata ve daha fazla tarama tekrarlanabilirliği ürettiği düşünülmektedir. Kullandıkları mavi ışık, kısa dalga boyuna sahiptir ve bu da daha yüksek hassasiyet avantajı sağlamaktadır (Emir ve Ayyıldız, 2019).

Çalışmamızda referans olarak kullanılan Ineos x5 tarayıcısı ve ağız içi tarayıcılardan Cerec Primescan, mavi led ışık kaynağına sahiptir.

Çalışmamızda Ineos x5 ve iTero Element 5D tarayıcıları tarafından hesaplanan hacim kaybı yüzdeleri farkı, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Ineos x5 için hacim kayıp oranı 10.9 ± 7.1 , iTero Element 5D için 9.7 ± 6.9 olarak bulunmuştur. Ineos x5 hacim kayıp oranı ortancası 9.0 iken iTero Element 5D hacim kayıp oranı ortancası 8.0 olarak elde edilmiştir. Oluşan farkın anlamlılık düzeyinin diğer tarayıcılara kıyasla fazla olmasının, iTero Element 5D tarayıcısının ışık kaynağının beyaz led olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, üç tarayıcı karşılaştırıldığında, hacim kayıp ölçümlerinde anlamlı fark görülmemesine rağmen ($p=0.051$) iTero Element 5D, ilk ölçümlerde diğer tarayıcılardan farklılık göstermiştir ($p=0.003$) (Tablo 13).

Çalışmamızda ICDAS skorlamasından bağımsız olarak Ineos x5 hacim kayıp oranı ve Primescan hacim kayıp oranı ortancaları arasında bir fark vardır ($p=0.001$). Ineos x5 hacim kayıp oranı ortancası 9.0 iken Primescan hacim kayıp oranı ortancası 8.0 olarak elde edilmiştir. Ayrıca aynı grup içerisinde Ineos x5 hacim kayıp oranı ile Primescan hacim kayıp oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmiş olup ICC değeri 0.972 elde edilmiştir ($p<0.001$). Diğer yandan hesaplanan hacim yüzdeleri arasındaki anlamlı farka rağmen, ICC değerinin yüksek olması ve iki

tarayıcı verilerinin esasen birbirine yakın olduğunu göstermekte ve sonucun grup içi veri dağılımından kaynaklandığına işaret etmektedir.

Çalışmamızda Ineos x5 ve Trios 4 tarayıcıları arasında kayıp hacim yüzdeleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p=0,005$). Ineos x5 ve Trios 4 cihazlarında hacim kayıp oranı ortancaları %9,0 olarak elde edilmiştir. Ortanca değerleri aynı olmasına ve ortalama değerleri birbirine yakın olmasına rağmen aralarında meydana gelen fark, Trios 4 tarayıcısında kaydedilen maksimum değerinin yüksek olmasından ve veri dağılımının normal olmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca İki tarayıcı arasında istatistiksel olarak yüksek düzeyde bir uyum elde edilmesi ($ICC=0,917$) ($p<0,001$) bu fikri desteklemektedir.

Ineos x5, şerit ışık projeksiyonu prensibi ile, Trios 4 ise konfokal mikroskopi prensibiyle kayıt almaktadır. Trios 4 cihazının ışık kaynağı hakkında ise net bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Ineos x5 cihazı diğer cihazlarla karşılaştırıldığında anlamlı farklar meydana gelmesine rağmen, diğer üç tarayıcının arasında fark olmaması dikkat çekicidir. Bu durumun, ağız dışı bir tarayıcı olan Ineos x5'in standart bir açıyla kayıtlar almasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar ağız içi tarayıcılar ile aldığımız kayıtlar standardize edilse de, manipülasyon, ortam ışığı gibi nedenler taramalarda farklılıklara neden olmuş olabilir.

Tarayıcılar arasında fark bulunması nedeniyle “çürük uzaklaştırma sonrası hacim kaybının metrik olarak ölçülmesinde kullanılan farklı dental tarayıcılar arasında anlamlı bir fark yoktur” şeklindeki hipotezimiz reddedilmiştir.

Bir çalışmada restorasyonların marjinal aralıklarının ölçülmesinde Ceramill MAP400 (Amann Girrbach, Koblach, Avusturya), Cerec Primescan (Sirona Dental System, GmbH, Bensheim, Almanya), CADENT, iTero (Cadent Inc, San Jose, Calif) ve 3 SHAPE, Trios 4 (3Shape, Kopenhag, Danimarka) tarayıcıları karşılaştırılmıştır. Ağız içi ve ağız dışı dijital tarayıcılardan elde edilen kuron restorasyonların, marjinal ve internal aralık değeri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir. Yapılan 2'li değerlendirmelere göre Ceramill grubu ($110,9\pm34,7$ mm), Trios ($73,4\pm27,8$ mm), iTero ($75,6\pm26,3$ mm) ve Primescan'e ($92,3\pm3,3$ mm) göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Trios grubu ise Primescan'e göre anlamlı düzeyde

daha düşük bulunmuştur ($p<0,005$) (Aydın ve Yanıkoğlu, 2022). Bizim çalışmamızda da ağız dışı tarayıcı ile ölçümlerde diğer tarayıcılara oranla daha fazla fark kaydedilmesi, Aydın ve arkadaşların çalışmasıyla benzerlik göstermektedir.

Dental tarayıcıların doğruluk ve tekrarlanabilirlik parametrelerinin değerlendirildiği araştırmalar arasında farklı sonuç ve yorumlamalar bulunduğu görülmektedir. Bizim çalışmamızda ağız içi tarayıcılar, taramalardan alınan stl dosyaları arasındaki hacim farkına göre karşılaştırılmıştır. Literatüre bakıldığında tarayıcıların kıyaslandığı birçok çalışmada, karşılaştırma sonrasında nitel analizlerin yapıldığı görülmektedir (Donmez ve ark., 2022, Paratelli ve ark., 2021, Siqueira ve ark., 2021, Vanden Broeke ve ark., 2021). Çalışmamız, karşılaştırılan modellerin başlangıç ve çürük uzaklaştırma sonrası mm^3 cinsinden nicel değerlendirilmesi ve meydana gelen hacim kayıplarının yüzde olarak hesaplanması sebebiyle, güncel dental tarayıcılarla ilgili yenilikçi bir araştırma niteliğindedir. Diğer yandan, farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri sonucu meydana gelen hacim kaybının dental tarayıcılarla ölçülmesi ve aralarındaki farkın değerlendirilmesi, çalışmamızın diğer bir özgünlüğüdür.

Klinik muayenenin ICDAS skorlamasıyla yapılması ve çürük uzaklaştırma sonucu oluşan ortalama hacim kaybının bilinmesi, klinik pratiği için oldukça değerli olmakla birlikte, çürüğün konumu ve sağlam duvarlarla birlikte değerlendirildiğinde hekimin direkt veya indirekt restorasyon kararında etkili olacaktır.

Rudolph ve ark., diş şeklinin ağız içi tarayıcılarla elde edilen görüntülerin doğruluğunu belirleyen baskın faktör olduğunu, geniş fissür ve kurvatür alanları varlığında görüntü hassasiyetinde sapmalar olabildiğini bildirmişlerdir (Rudolph ve ark., 2007). Tarayıcılarda ilk ölçümlerde meydana gelen farklılıklar, dişlerin boyutlarından kaynaklanan farklar nedeniyle oluşabileceği gibi, morfolojik özellikler de bu farklarda etkili olmuş olabilir.

Bu çalışmada çekilmiş insan büyük azı dişleri geçerliliği kanıtlanmış, güncel ve uluslararası bir sistem olan ICDAS II sistemine göre değerlendirilerek gruplara ayrılmıştır. ICDAS 0, ICDAS 3, ICDAS 4 ve ICDAS 5 skorlarındaki dişler çalışmaya dahil edilmiştir. ICDAS 3, 4 ve 5 skorlu gruplar standardizasyon sağlanabilmesi için yalnızca okluzal yüzeyinde çürük bulunan dişlerden oluşturulmuştur. ICDAS 1 ve 2

skoru madde kaybı olmadığı, ICDAS 6 skoru ise pulpayı yüksek oranda içine alan lezyonları ve aşırı madde kaybını temsil ettiği için çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmamızın bulgularına göre çürük sonrası oluşan hacim kaybı yüzdesi ICDAS skoru ile uyumlu olarak değişmektedir.

ICDAS skoru ana etkisi, hacim kayıp oranı ortanca değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$) (Tablo 17). ICDAS 3 skorunda hacim kayıp oranı ortanca değeri %5, 4 skorunda %11 ve 5 skorunda %14 olarak elde edilmiştir ve bu farklılık tüm skorlamalar arasında görülmüştür (Tablo 18). Bu nedenle “çürük uzaklaştırma sonrası oluşan hacim kaybı, ICDAS II sistemine göre yapılan çürük skorlaması ile ilişkili değildir” şeklindeki sıfır hipotezimiz tamamen reddedilmiştir.

Yanıkoglu ve ark. ICDAS 3, 4 ve 5 kodlu toplam 42 adet çekilmiş premolar dişte çürük uzaklaştırma sonucu oluşan hacim kaybını ölçmüş ve ICDAS skoru ile hacim kaybı arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır. Bu pozitif korelasyon, mevcut çalışmamızın bulgularıyla da ortaya konulmuştur. Fakat Yanıkoglu ve ark. minimal invaziv yaklaşımla çürük uzaklaştırdıkları ve hacim kaybını metrik olarak hesapladıkları çalışmalarında ICDAS 3 skoru için %12, ICDAS 4 skoru için %14, ICDAS 5 skoru için %30 seviyelerinde hacim kaybı oluştuğunu bildirmişlerdir (Yanıkoglu ve ark., 2018). Bu değerler bizim çalışmamızda hesaplanan hacim kaybı miktarlarından yüksektir. Bu sonucun, bizim çalışmamızda standardizasyon sağlayabilmek amacıyla grupların sadece oklüzal yüzlerinde çürük bulunan dişlerden oluşturulmuş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Yanıkoglu ve ark.’nın etkilenmiş dentin sınırını tespit etmek amacıyla çürük boyası kullanmış olmalarının da hesaplanan kayıp hacmi miktarında farklılık oluşturması muhtemeldir. Diğer yandan, çalışmamıza yalnızca molar dişler dahil edildiği için dişlerin ilk hacimlerinin fazla olması, hacim kaybı ortalamasını düşürmüş olabilir.

Çürükten etkilenmiş dentin tabakasının çürük uzaklaştırma işlemleri esnasında kaldırılmasını önlemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Klinik pratiğinde en yaygın kullanılan yöntem dokunun renk ve sertlik özelliklerine göre değerlendirildiği görsel-dokunsal muayenedir. Bu yöntemin subjektif bir yöntem olması, limitasyonları arasındadır. Objektif bir değerlendirme amacıyla %0,5’lik bazik fuksin veya propilen glikol esaslı çürük tespit boyaı önerilmiştir (Kidd ve ark., 1996). Ancak bu boyaların

sadece enfekte dentini değil aynı zamanda çürükten etkilenmiş dentini de boyayabileceği belirtilmiştir (Javaheri ve ark., 2010). Hosoya ve arkadaşları da kavite preparasyonu yapılırken, sağlam dentinin çürük boyaları tarafından boyanabileceği göz ardı edilirse sağlam veya remineralize olabilecek dentinin de uzaklaştırılabileceğini iddia etmişlerdir (Hosoya ve ark., 2007).

Çürük uzaklaştırma sonrasında meydana gelen hacim kaybının ölçülmesinde, üç boyutlu kayıtlar önceki literatürlerde CBCT, Mikro CT gibi yöntemlerle alınmıştır.

Çürük doku miktarının hesaplandığı bir çalışmada, çürük doku hacmi, mm³ cinsinden ifade edilmiştir. İfade edilen hacim kaybı, çalışmamızda ölçülen mm³ değerleriyle uyum göstermektedir (Neves ve ark., 2010). Mikro BT, mineral yoğunluğunun da hesaplanabilmesi, uzaklaştırılan mine ve dentin miktarlarının hesaplanabilmesi gibi avantajlar sunsa da, bu cihazlara erişimin tarayıcılar kadar kolay olmaması, iyonize radyasyon içermeleri gibi dezavantajları göz önüne alındığında, tarayıcıların hacim kaybını ölçme amacıyla çürük uzaklaştırma ile ilgili çalışmalarda daha kolay ulaşılabilir bir araç olduğu söylenebilir.

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin hacim kaybı açısından farkının araştırıldığı başka bir çalışmada, CBCT verileri üzerinden hesaplama yapılmıştır. Konvansiyonel preparasyon yapılan grupta, minimal invaziv gruplara göre hacim kaybı anlamlı farklılık göstermiştir. Minimal invaziv gruplar arasında ise, kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarının en az hacim kaybı ile sonuçlandığı belirtilmiştir (Thomas ve ark., 2020).

Bizim çalışmamızda ise çürük uzaklaştırma yöntemleri, dişlerde oluşturdukları hacim kaybı açısından anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p=0.110$) (Tablo 17). Bu nedenle, “çürük uzaklaştırma yöntemleri arasında oluşturdukları hacim kaybı açısından anlamlı bir farklılık yoktur” şeklindeki hipotezimiz kabul edilmiştir.

ICDAS skorları ile çürük uzaklaştırma yöntemi etkileşimi ise, hacim kaybı yüzdeleri üzerine anlamlı bulunmuştur (Tablo 17). ICDAS 3 grubunda ise Tungsten karbit frez&Al₂O₃ ve Tungsten karbit frez&BAC grupları ile, ICDAS 4 skorundaki çelik frez grubu arasında ve ICDAS 5 skoru içerisindeki seramik frez grubu arasında hacim kaybı anlamlı bulunmuştur. Bu nedenle “çürük uzaklaştırma yöntemi ve ICDAS

skorlamasının, hacim kaybı üzerine anlamlı bir etkisi yoktur” şeklindeki hipotezimiz kısmen reddedilmiştir.

Kompozit rezinler polimerizasyon büzülmesi, polimerizasyon derinliği problemleri ve teknik hassasiyet gerektirmeleri gibi temel dezavantajlarına rağmen son yıllarda dişlerin direkt restorasyonunda amalgam materyalinin yerini almıştır.

Kompozitlerin uzun dönem başarısını değerlendiren birçok araştırma bulunmaktadır. Pallesen ve van Dijken 30 yıl boyunca klinik takibini yaptıkları kompozit restorasyonların başarı oranını %63 olarak değerlendirmişlerdir. Yıllık başarısızlık oranını ise %1,1 olarak bildirmişlerdir (Pallesen ve van Dijken, 2015). Rodolpho ve ark. sınıf I ve sınıf II kompozit restorasyonları 22 yıl boyunca klinik olarak takip ettikleri çalışmalarında, kompozit materyalini uzun dönemde başarılı olarak değerlendirmiş, geniş kavitelere sahip çok yüzlü restorasyonların başarısızlık oranını küçük kavitelere göre daha yüksek bulmuşlardır (Rodolpho ve ark., 2011). Posterior dişlerin restorasyonu için inorganik doldurucu oranı yüksek hibrit kompozitlerin kullanılması önerilmektedir (Erkan, 2015; Sabbagh ve ark., 2017). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda nanohibrit bir kompozit materyali olan Neospectra st ve Aynı firmaya ait Prime&Bond adeziv sistemi kullanılmıştır.

Yapılan bir çalışmada lazer floresansın çürük tespitindeki yüksek hassasiyet değerine rağmen, çürük uzaklaştırma sonrası kullanımında kalan dentin dokusu için spesifite (özgüllük) değerinin düşük olduğu, bu nedenle fazla kavite preparasyonuna neden olabileceği bildirilmiştir (Unlu ve ark., 2010). Etkilenmiş dentinin tüm çürüğü giderildikten sonra bile, dentin yüzeyinde pembe renklenme rapor edilmiştir (Aoki ve ark., 1998). Bu durumun dentin dokusunun aşırı miktarda uzaklaştırılması yol açabileceği bildirilmiştir (Sattabanasuk ve ark., 2006).

2010 yılında yapılan bir çalışmada lazer floresans yönteminin çürük uzaklaştırmadaki etkinliği değerlendirilmiştir. DIAGNOdent tarafından ölçülen değerlerin rezidüel dentindeki renklenmeden etkilendiği, bu nedenle, çürük uzaklaştırmanın bitim noktasını belirlemek için kullanımının şüpheli olduğu bildirilmiştir (Neves ve ark., 2011a). Bu bilgiler ışığında klinik pratiğini yansıtmaması ve kullanımının dentin dokusunun gereğinden fazla uzaklaştırılmasıyla sonuçlanabilmesi nedeniyle

çalışmamızda çürük uzaklaştırmanın bitim noktasını belirlemek amacıyla DIAGNOdent verileri referans alınmamıştır.

Çürük uzaklaştırma sonrası DIAGNOdent Pen skorları dikkate alındığında, çürük bulgusunun, bağlanma dayanımı üzerine anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. ($p=0,863$) (Tablo 14). Bu nedenle “çürük uzaklaştırma sonrası DIAGNOdent Pen skorundan elde edilen çürük bulgusunun dentine bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur” şeklindeki sıfır hipotezimiz kabul edilmiştir.

Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin (paslanmaz çelik rond, kemomekanik yöntem ve polimer frez) mikrobiyal analiz, süre ve dentin tübül yıkımı açısından in vitro koşullarda karşılaştırıldığı bir çalışmada, kemomekanik yöntemin en fazla zaman aldığı, polimer frez ile çürük uzaklaştırıldığında en fazla bakteriyel kalıntıya rastlandığı, paslanmaz çelik rondun ise en fazla oranda dentin tübül yıkımına neden olduğu belirtilmiştir (Divya ve ark., 2015).

2012 yılında David Alleman ve Pascal Magne yaptıkları araştırmada Vital dişlerdeki derin çürük lezyonlarının tanı ve tedavisine yönelik kanıta dayalı protokollerini sundukları bir makale yayınlamıştır. Adeziv restorasyonlar için ideal çürük uzaklaştırmanın bitim noktasını belirlemek için çürük tespit boyalarının, anatomik ve histolojik bilgilerle birleştirilebileceğini, bu son noktaları doğrulamak için lazer floresan teknolojisi de kullanılabileceğini belirtmiştir. Bu ideal çürük uzaklaştırma sonlanım noktalarının, uzun süreli biyomimetik restorasyonları destekleyebilen periferik bir mühürleme bölgesi oluşturacağını, anatomik ölçümler ile histolojik bilgileri çürük tespit boyası ve lazer floresan teknolojileri ile birleştirmenin, vital pulpalari ekspozuna neden olmadan, adeziv diş hekimliği için ideal çürük sonlanım noktaları oluşturabileceğini belirtmiştir (Alleman ve Magen, 2012).

Bu konseptte göre öncelikle, normal yüzeyel dentin, mine-dentin sınırı ve mineden oluşan 1 ila 3 mm genişliğinde bir periferik sızdırmazlık bölgesi oluşturarak, yüksek bir bağlanma kuvveti oluşturulabilir. Oluşturulan bu seal zon çürük tespit boyaları veya lazer floresans ile kontrol edilebilir. Ortalama olarak orta derinlikteki dentin okluzal yüzeye 3-4 mm, derin dentin ise 4-5 mm uzaklıktadır. Klinisyenler, bu bölgedeki çürüğü uzaklaştırmanın pulpa ekspozuna neden olabileceği, enfekte çürüğü periferik mühürleme bölgesinin içinde bırakarak pulpa maruziyetini önleyebilir

(Alleman ve Magen, 2012). Bu bilgiler ışığında, çalışmamızdaki tüm kavite preparasyonlarını periferel seal konsepti ile gerçekleştirdik.

Maltz ve arkadaşları çürüğün tamamının uzaklaştırıldığı ve bir miktarda çürüğün kavitede bırakıldığı durumdaki bakteriyel durumu in vivo koşullarda karşılaştırdıkları bir araştırma yapmıştır. Her iki gruba ait dişlerin kavite tabanlarından başlangıç aşamasında örnek alınarak geçici restorasyonlar yapılmıştır. 6-7 ay sonra geçici restorasyonlar lastik örtü izolasyonu altında uzaklaştırılarak aynı bölgelerden mikrobiyolojik analiz için tekrar örnek alındığında, çürüğün tamamen uzaklaştırıldığı grupta bakteri miktarının anaerob ve aerob bakteriler ile streptococcus mutansların daha fazla çoğaldığı, lactobasiller için ise her iki yöntem arasında fark bulunmadığı görülmüştür (Maltz ve ark., 2012). Çalışma grubunun tamamen aktif çürüklerden oluştuğu dikkate alındığında, elde edilen mikrobiyal analiz sonuçları minimal invaziv diş hekimliği açısından umut vericidir.

Çalışmamızda ICDAS skorlaması bağlanma değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$) Kontrol grubu olan ICDAS 0 ve ICDAS 3 arasında anlamlı bulunmamıştır. Bu benzerlik, ICDAS 3 grubunda çürük uzaklaştırılmasında yüzeyel dentin açığa çıkarılması nedeniyle bağlanma değerlerinin kontrol grubuna yakın olmasıyla ve ICDAS 3 skorundaki diş çürüklerinin dentin seviyesine henüz ulaşmış olması nedeniyle, test edilen numunelerin çoğunluğunun sağlam dentinden oluşmasıyla açıklanabilir.

ICDAS 4 ve 5 gruplarında ise bağlanma değerleri, ICDAS 3 ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur.

Bu nedenle “ICDAS skorlamasının bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur” şeklindeki hipotezimiz kısmen kabul edilmiştir.

Sağlam dentin ve etkilenmiş dentinin nanosertliğinin incelendiği bir çalışmada ICDAS 0 ve 5 çürük skorlamasına sahip dişle ve yapay çürük oluşturulmuş dişler (7 gün boyunca demineralizasyon solüsyonunda bekletilmiştir) kullanılmıştır. Çürük boyası kullanılmadan enfekte dentin uzaklaştırılmıştır. Kalan dentin kalınlığı 2 mm’den büyük olan örnekler seçilmiştir. Doğal ve yapay çürükten etkilenmiş dentin dokuları, intertübüler nanosertlik açısından yüzeysel olarak karşılaştırılabilir sonuçlar göstermiştir. Çürükten etkilenmiş doğal dentinde sertliği daha yüksek belli bir tabaka

olduğu, ancak lezyonun altındaki çürüğün uzun vadeli etkilerinin, intertübüler dentin boyunca derinlemesine uzandığı, derin bölgelerdeki (pulpa odasına yakın) sağlam dentinin yumuşak olarak kabul edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Joves ve ark., 2014). Yapılan daha önceki çalışmalarda çürükten etkilenmiş dentinde mikrosertliğin sağlam dentine göre düşük olduğu ve mikrosertlik ölçümlerinin mineralizasyon derecesi ile iyi bir korelasyon gösterdiği belirtilmiştir (Hafström-Björkman ve ark., 1992, Hosoya ve ark., 2000). Bu bilgiler ışığında etkilenmiş dentinin mikrosertlik derecesinin çürüğün seviyesi veya durumu gibi farklı değişkenlerle ilişkili olduğu düşünülürse, çalışmamızda lazer floresans skorlarının dentine bağlanma üzerine anlamlı etki göstermemesi, etkilenmiş dentin numunelerinin mikrosertlik ve mineralizasyon farklılıklarından kaynaklanmış olabilir.

ICDAS 4 ve 5 skorlu okluzal çürükler üzerinde yapılan bir çalışmada, etkilenmiş dentin yüzeylerine yapılan hazırlıkların bağlanmaya olan etkisi makaslama dayanım testi ile incelenmiştir. Kontrol grubu olarak çalışmamıza benzer şekilde sağlam dentin grubu oluşturulmuştur. Hem kontrol grubuna hem de etkilenmiş dentin grubuna etch and rinse adeziv, etkilenmiş mine yüzeyine fotodinamik terapi ve Er,Cr:YSGG lazer uygulaması olmak üzere 4 alt grup oluşturulmuştur. Etkilenmiş dentin üzerine fotodinamik terapi uygulanan grupta en düşük bağlanma değerleri elde edilmiştir. Er,Cr:YSGG lazer ve fotodinamik terapinin çürükten etkilenmiş dentin üzerinde kavite dezenfeksiyonu için kullanılmasının, kompozit rezinin bağ bütünlüğünü azalttığı için klinik ortamlarda uygulama potansiyeline sahip olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, hem çürükten etkilenmiş dentin hem de sağlam dentin için etch and rinse sistemlerin altın standart olmaya devam ettiği bildirilmiştir (Alhabdan ve ark., 2022). Bu nedenle çalışmamızda çürük uzaklaştırma yöntemlerinin bağlanma değerleri üzerine etkisini incelerken, air abrazyon yöntemlerinin adezyona etkisini tek başına anlayabilmek için, sağlam veya etkilenmiş dentin yüzeylerinde sonucu etkileyeceği düşünülerek asit uygulamasından kaçınılmıştır.

Çürüğün kemomekanik yöntemle ve konvansiyonel yöntemle uzaklaştırıldığı ve farklı adezivlerle restore edilerek makaslama testi uygulandığı bir çalışmada, çürük uzaklaştırma yöntemi bağlanma üzerine anlamlı bir farka neden olmamıştır (Haak ve ark., 2000). Konvansiyonel döner enstrümanların dentin yüzeyinde smear tabakası oluştururken, kemomekanik çürük uzaklaştırma işlemi yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı

bilinmektedir (Tandon ve Silas, 1992, Wennerberg ve ark., 1999, Yip ve ark., 1991). Önceki çalışmalar, bu düzensiz dentin yüzeylerine bağlanma kuvvetinin, geleneksel yöntemle hazırlanmış yüzeylere kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir (McInnes-Ledoux ve ark., 1987, Tandon ve Silas, 1992, Wolski ve ark., 1989). Haak ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise kemomekanik yöntem ve geleneksel döner alet ile çürük uzaklaştırma yönteminin bağlanma açısından anlamlı fark göstermemesi, çalışmada kullanılan modern bonding sistemlerinin bağlanma üzerine meydana getirebileceği olumsuzlukları dengelemesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Piva ve arkadaşları yaptıkları çalışmada çürüğün kemomekanik ve mekanik yöntemle uzaklaştırılmasının bağlanma değerlerine olan etkisini mikrogerilim testi ile incelemişlerdir. Çalışmada self etch (Clearfil SE Bond, Kuraray Noritake) ve total etch (Prime&Bond NT, DentsplySirona) olmak üzere iki farklı adeziv sistem kullanmışlardır. Çürüğün kemomekanik yöntemle uzaklaştırılmasının ardından self etch adeziv sistemin bağlanmayı önemli ölçüde azalttığı, fakat universal adezivin total etch modunda uygulandığı durumda çürük uzaklaştırma yöntemleri arasında bağlanma dayanımı açısından fark bulunmadığı ifade edilmiştir (Piva ve ark., 2008). Bu sonuçlar Haak ve arkadaşlarının bulduğu sonuçlar ile çelişmektedir. Bunun nedeni iki farklı çalışmada adezyonu değerlendirmek için kullanılan test metotlarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Öte yandan Haak ve arkadaşlarının çalışmasında kullanılan adezivlerin ve restoratif materyallerin çeşitliliği sonucu etkilemiş olabilir.

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin kavite duvarına bağlantısının incelediği başka bir çalışmada ise 4 farklı çürük uzaklaştırma yöntemini (Er:YAG lazer, kemomekanik çürük uzaklaştırma, geleneksel çelik rond, sodyum bikarbonat ile air polishing) karşılaştırılmıştır. Tek ve iki aşamalı self-etch adeziv sistemler kullanıldığında geleneksel yöntemin ve kemomekanik yöntemin en yüksek bağlanma değerleri ile sonuçlandığı, Lazer ve air-polishing gruplarının ise en düşük bağlanma değerlerinin elde edildiği bildirilmiştir (Cebe ve ark., 2016). Mevcut çalışmada rutinde cila amacıyla kullanılan sodyum bikarbonat, 2,5 bar basınç ile uygulanmıştır. Bizim çalışma gruplarımız arasında olan BAC partiküllerinin de rutinde aynı basınç değerinde parlatma amacıyla kullanılmaktadır. Çalışmamızda yüksek basınç değerinde kullanılmasına rağmen (4 bar) BAC grubu, bağlanma kuvveti bakımından alüminyum oksit partiküllerinin gerisinde kalmıştır. Partikülün önerilenden yüksek

basınçta kullanımının sonuca etki etmemesinin, partikül şekliyle ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Başka bir çalışmada, adeziv restorasyonlardan önce dentin yüzeyini kumlamanın gerilim ve kırılma dayanımına olan etkisi incelenmiştir. 50 µm büyüklüğündeki Al₂O₃ partikülleri 2 bar basınç ile uygulanmıştır. Kontrol grubuna göre bağlanma değerlerinin anlamı bir şekilde arttığı belirtilmiştir (Sinjari ve ark., 2020). Bu sonuçlar, çalışmamızın bulgularıyla uyumluluk göstermektedir.

Çalışmamızda çürük uzaklaştırma yönteminin etkisi bağlanma değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Bu farklılık tüm yöntemler arasında gözlemlenmiştir. Bu nedenle “çürük uzaklaştırma yöntemlerinin bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur” şeklindeki sıfır hipotezimiz reddedilmiştir.

Çelik frez grubunda ortalama değer 19,94 iken seramik frezde 16,4, TKF&BAC grubunda 15,03 ve Al₂O₃ grubunda 25,17 MPa olarak elde edilmiştir. ICDAS skorlaması bağlanma değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Bu farklılık kontrol grubu ve ICDAS 3 skorlaması ile ICDAS 4 ve ICDAS 5 seviyeleri arasında gözlemlenmiştir.

ICDAS skoru ve çürük uzaklaştırma yöntemi etkileşimi, bağlanma değeri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Çelik frez ve seramik frez gruplarında ICDAS skorlamasına bağlı olarak bağlanma değerleri açısından herhangi bir fark görülmemişken, Tungsten karbit frez&BAC ve Tungsten karbit frez&Alüminyum oksit gruplarında farklı ICDAS skorları arasında farklar bulunmuştur. Bu nedenle “çürük uzaklaştırma yöntemleri ile ICDAS skoru etkileşiminin dentine bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur” şeklindeki hipotezimiz kısmen reddedilmiştir.

Mikrogerilim testinin yapıldığı yayınlarda kullanılan ısısal yaşlandırma yöntemi, genel anlamda suda bekletme ile termal yaşlandırma olmuştur (Çehreli ve ark., 2003, Karaarslan ve ark., 2012). Bu uygulamanın genel sebebi, mikrogerilim testi için örnek hazırlama prosedürünün zahmetli olması nedeniyle, örnek hazırlığı sırasında kesme işleminde meydana gelen kopmaları azaltmaktır. 24 saat 37 °C’ de suda bekletme yöntemi ile yaşlandırmanın, numune kaybını minimize eden ve genel kabul gören bir

yaşlandırma yöntemi olması sebebiyle, geçmiş literatür doğrultusunda çalışmamızda bu yöntemi, yapay yaşlandırma yöntemi olarak kullandık.

ICDAS 5 skorunda, hacim kaybı ile bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı, negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur (Tablo 21) ($r=-0,498$; $p=0,026$). Bu bulgunun, ICDAS 5 skoru ile birlikte kavite hacminin artarak çürüğün pulpal yönde ilerlemesiyle açıklanabilir.

ICDAS 3 skoru için bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,366$) (Tablo 21). Bu durum, ICDAS 3 skorlu dişlerde çürük uzaklaştırma sonucu elde edilen yüzeyel kavitelerdeki bağlanma değerlerinin ve elde edilen hacim kayıp değerlerinin benzerliğinden kaynaklanmaktadır.

ICDAS 4 skorunda bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur ($r=0,543$; $p=0,013$) (Tablo 21).

ICDAS 5 skoru için bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı, negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki bulunması, ICDAS 3 skoru için bağlanma değerleri ile hacim kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaması nedeniyle “çürük uzaklaştırma sonrası oluşan hacim kaybının bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur” şeklindeki sıfır hipotezimiz kısmen kabul edilmiştir.

Çürük uzaklaştırma yöntemleri arasında, ICDAS 3 skorunda, bağlanma dayanımları için fark bulunmamıştır (Tablo 11). Fakat TKF&BAC ve Al_2O_3 grupları arasında, ICDAS skorlarına göre bağlanma dayanımı arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu nedenle “çürük uzaklaştırma yöntemleri ile ICDAS skoru etkileşiminin dentine bağlanma üzerine anlamlı bir etkisi yoktur” şeklindeki hipotezimiz kısmen kabul edilmiştir.

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin ve farklı adeziv sistemlerin, çürükten etkilenmiş dentine olan bağlantısının araştırıldığı bir çalışmada, üç aşamalı etch and rinse sistemlerin çürük uzaklaştırma yönteminden etkilendiği belirtilmiştir (Karaarslan ve ark., 2012), Ancak tek ve iki basamaklı self etch adeziv sistemlerde, bağlanma dayanımı değerleri uygulanan çürük uzaklaştırma tekniklerinden etkilenmemiştir.

Bizim çalışmamızda da tek aşamalı universal bir adeziv self etch modunda kullanıldığından, sonuçları itibariyle çalışmamızla kısmen benzerlik göstermektedir. Aynı çalışmada self etch adeziv sistemlerde Carisolv benzeri kemo-mekanik çürük uzaklaştırma tekniği önerilebilirken, lazer ile çürük giderme tekniklerinde etch-and-rinse sistemleri tercih edilebileceği belirtilmiştir. Bunun sebebi olarak da çürük uzaklaştırma yöntemlerinin yüzeyde farklı oranda düzensizlikler yaratması gösterilmiştir.

Çalışmamızda kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi, bulunan sayılı markaya ait ajanların ajanların hekimlerce sıkça tercih edilmemesine bağlı olarak stokların da az olması, mevcut ürünlerin raf ömrünün kısa olması, yüksek maliyet ve genellikle süt dişlerinde tercih edilmeleri nedeniyle, çürük uzaklaştırılan gruplara dahil edilmemiştir.

Frez veya ekskavatörlerle kavitenin konvansiyonel preparasyonundan sonra, dentin yüzeyinde tübülleri tıkayan organik ve inorganik kalıntıları içeren amorf bir smear tabakası oluşur. Smear tabakası dentin yüzeyine sıkıca yapışır ve normal su ve hava spreyi ile uzaklaştırılamaz. Smear tabakasının varlığı reçinenin dentine yapışmasını engellemektedir (Banerjee ve ark., 2000a).

Yapılan bir araştırmada iki farklı bioaktif cam partikülü (Saf biyoaktif ve PAA (poliakrilik asit) ile karışık biyoaktif cam) dentin yüzeyine uygulanmıştır. İki farklı self adezivin mikrogerilim bağlanma dayanımı karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, saf Bioglass veya PAA içeren Bioglass kullanılarak gerçekleştirilen air-abrazyon prosedürlerinin, 10- MDP veya 4- MET gibi spesifik fonksiyonel monomerlerle formüle edilmiş self-etching tek şişe adeziv sistemlerin immediat bağlanma performansına etki etmediği belirtilmiştir. Diğer yandan, rezin-dentin arayüzünün dayanıklılığı, seçilen adeziv sistemlerde bulunan fonksiyonel monomerlerin kimyasal yapısına ve hidrofilikliğine de bağlı olacaktır. Saf BAC veya PAA içeren BAC'ın çürük ile enfekte olmuş dentini seçici olarak uzaklaştırma yeteneğini karşılaştırmak için daha ileri deneysel çalışmalar devam etmektedir. Bu çürük uzaklaştırma yaklaşımlarının self-etch ve etch & rinse adeziv sistemlerin performansı üzerindeki etkisinin karşılaştırılması araştırılmalıdır (Sauro ve ark., 2012a).

Bir çalışmada ise sağlam ve dekalsifiye mine yüzeylerine air abrazyon yolu ile biyoaktif cam ve alüminyum oksit uygulaması yapılmıştır. İki farklı adeziv materyal

(Optibond FL ve Clearfil SE Bond) kullanılarak restore edilmiştir. Bağlanma dayanımı makaslama testi ile incelenmiştir. Alüminyum oksit ve biyoaktif cam partikülleri arasında bağlanma dayanımı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p = 0.272$). Optibond FL adezivi, dekalsifiye mine yüzeyinde daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Bu sonuçlar Optibond FL'nin etch and rinse adeziv sistem olması nedeniyle, dekalsifiye minedeki prizmaları tamamen açarak rezinin porozitelere kolayca akmasıyla güçlü bir adezyon sağlamasına, Clearfil SE'nin ise zayıf asitli iki aşamalı self etch bir sistem olmasından dolayı demineralizasyon potansiyelinin düşük olmasına bağlanmıştır (Eshghi ve ark., 2014).

Bioaktif camların (45S5) ve alüminyum oksit ($27 \mu\text{m}$) partiküllerinin, mine çürüklerindeki minimal invaziv potansiyellerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, bioaktif camların minedeki fissür çürüklerini ve renklenmeleri mine yüzeyine zarar vermeden selektif bir şekilde uzaklaştırdığı, alüminyum oksit partiküllerinin ise daha hızlı bir şekilde fakat mine dokusunu bir miktar kaldırarak gerçekleştirdiği, SEM görüntüleri ile kanıtlanmıştır (Banerjee ve ark., 2011b).

Çalışmamızda ve literatür bilgisi dahilinde bioaktif cam partiküllerinin dentin yüzeyinde bağlantıyı arttırmamasına rağmen, mine yüzeyinde etkili olduğu yönündeki çalışmalar göz önüne alındığında, air abrazyon prosedürlerinde seçilen partiküllerin diş sert dokularına spesifik olması gerektiği aşikardır.

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin farklı adezivler ile bağlanma dayanımlarının araştırıldığı daha fazla çalışma yapılmalıdır.

6. SONUÇLAR

Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, bu çalışmanın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir:

1. Dişlerde oluşan hacim kaybı yüzdesi ile ICDAS skoru uyumludur. Güncel bir görsel çürük skorlama sistemi olan ICDAS II, çürük uzaklaştırma sonrası meydana gelebilecek hacim kaybına yönelik ön bilgi verebilir.
2. Ineos x5 ve iTero Element 5D tarayıcıları arasında, çürük uzaklaştırma sonrası ölçülen hacim kaybı yüzdeleri farklılık göstermiştir ($p<0,001$).
3. Ineos x5, ve Primescan arasında, ölçülen hacim kaybı yüzdeleri açısından anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,001$).
4. Ineos x5 ve Trios 4 tarayıcıları arasında, çürük uzaklaştırma sonrası kaydedilen hacim kayıp yüzdeleri anlamlı farklılık göstermiştir ($p=0,005$).
5. iTero, Primescan ve Trios 4 tarayıcıları karşılaştırıldığında, hesapladıkları hacim kayıp yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($p=0,051$).
6. Çürük uzaklaştırma yöntemleri, tek başına hacim kaybı açısından farklılık göstermekle birlikte, ICDAS skorlaması dahilinde önem kazanmaktadır. En fazla hacim kaybı ICDAS 5 skorunda çelik frez ve seramik frez ile yapılan preparasyonda, en az hacim kaybı ICDAS 3 skorunda Tungsten karbit frez&BAC grubu ile Tungsten karbit frez&Alüminyum Oksit grubunda elde edilmiştir.
7. Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin, ICDAS 3 skorunda bağlanma dayanımı üzerinde etkili olmadığı bilgisi göz önüne alındığında, bağlanma değeri için ICDAS 4 skorundan itibaren çürük uzaklaştırma yönteminin önem kazandığı ifade edilebilir.
8. Benzer şekilde, ICDAS 3 grubunda Tungsten karbit frez ile air abrazyon prosedürünün kombine edildiği yöntemler ile, ICDAS 4 skorunda çelik rond frez ile yapılan preparasyon arasında anlamlı bir fark bulunduğu dikkate alınırsa, ICDAS 4 skorundan itibaren minimal invaziv prensiplerin hacim kaybını azaltmak amacıyla önem kazandığı söylenebilir.
9. ICDAS 5 skorlu dişlerde çürük uzaklaştırma Tungsten karbit frez&Alüminyum oksit ile yapıldığında, yüksek bağlanma değerleri elde

edilmiştir. Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin tek başına etkisi hacim kaybı açısından anlamlı olmasa da, dentine bağlanmayı arttırmak için air abrazyon yöntemlerinden faydalanılabilir.

10. Farklı ICDAS skor gruplarındaki dişlerin, dentine bağlanmada farklı bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği sonucu dikkate alındığında; çürük seviyesinin, bağlanma dayanımı üzerine etkili olduğu açıktır.
11. Çalışmamızın sınırları dahilinde DIAGNOdent Pen cihazındaki çürük bulgusunun, bağlanma değerlerini etkilemediği görülmüştür. Bu nedenle çürük uzaklaştırmanın sonlanım noktasını belirlemedeki etkinliğiyle ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Acar B, Kamburoğlu K. Morphological and volumetric evaluation of the nasopalatal canal in a Turkish population using cone-beam computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2015;37 (3): 259-265.
- Al-Khateeb S, Ten Cate J, Angmar-Månsson B, De Josselin de Jong E, Sundström G, Exterkate R, et al. Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Advances in Dental Research*. 1997;11 (4): 502-506.
- Alaçam T, Nalbant L, Alaçam A. Rezin ve seramik esaslı inley-onley sistemleri'ileri restorasyon teknikleri. *Baskı Ankara, Polat Yayınları*. 1998: 309-340.
- Alhabdan A, Alrefeai M, Alkhudhairy F, Alhaqbani M, Naseem M, Vohra F. Assessment of Caries-Affected Dentin Adhesive Interface Treated with Contemporary Conditioning Techniques. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*. 2022.
- Alleman DS, Magen P. A systematic approach to deep caries removal end points: the peripheral seal concept in adhesive dentistry. *Quintessence International*. 2012;43 (3).
- Allen KL, Salgado TL, Janal MN, Thompson VP. Removing carious dentin using a polymer instrument without anesthesia versus a carbide bur with anesthesia. *The Journal of the American Dental Association*. 2005;136 (5): 643-651.
- Altarakemah Y, Al-Sane M, Lim S, Kingman A, Ismail AI. A new approach to reliability assessment of dental caries examinations. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 2013;41 (4): 309-316.
- Altıncı P, Kiremitçi A. Endodontik tedavili dişlerin restorasyonu. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Derg(Clinical Dentistry and Research)*. 2007;31 (3): 102-113.
- Ansari G, Beeley J, Reid J, Foye R. Caries detector dyes—an in vitro assessment of some new compounds. *Journal of oral rehabilitation*. 1999;26 (6): 453-458.
- Antunes LAA, Pedro RL, Vieira ÁSB, Maia LC. Effectiveness of high speed instrument and air abrasion on different dental substrates. *Brazilian oral research*. 2008;22: 235-241.
- Aoki A, Ishikawa I, Yamada T, Otsuki M, Watanabe H, Tagami J, et al. Comparison between Er: YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. *Journal of dental research*. 1998;77 (6): 1404-1414.
- Armstrong S, Geraldini S, Maia R, Raposo LHA, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: a critical review of “micro” bond strength test methods. *Dental materials*. 2010;26 (2): e50-e62.
- Arun M, Sathishkumar N, Kumar KN, Ajai S, Aswin S. Development of patient specific bio-polymer incisor teeth by 3D printing process: A case study. *Materials Today: Proceedings*. 2021;39: 1303-1308.
- Ashraf Y, Sabet A, Hamdy A, Ebeid K. Influence of preparation type and tooth geometry on the accuracy of different intraoral scanners. *Journal of Prosthodontics*. 2020;29 (9): 800-804.
- Avinash A, Grover S, Koul M, Nayak M, Singhvi A, Singh R. Comparison of mechanical and chemomechanical methods of caries removal in deciduous and permanent teeth: A SEM study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2012;30 (2): 115.
- Avunduk ATB, Bağlar S. Alternatif Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Dishekimligi Bilimleri Dergisi*. 2019;25 (3): 360-370.
- Axelsson P. Etiologic factors involved in dental caries. 2000.
- Ayaz F. Farklı konfigürasyon faktörü ve derinliği olan kavitelerde akışkan kompozit rezinlerin dentine bağlanma dayanımlarının incelenmesi. 2013.
- Aydın Z, Yanıkoğlu N. Farklı Dijital Tarayıcılar ile Elde Edilen Ölçülerden CAD-CAM Sistemi ile Hazırlanan Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Kuronların Marjinal ve İnternal Aralıklarının Değerlendirilmesi: İn Vitro Bir Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2022;28 (3).
- Bader C, Krejci I. Indications and limitations of Er: YAG laser applications in dentistry. *American journal of dentistry*. 2006;19 (3): 178-186.

Bakhshandeh A, Ekstrand K, Qvist V. Measurement of histological and radiographic depth and width of occlusal caries lesions: a methodological study. *Caries research*. 2011;45 (6): 547-555.

Bakıç H, Kocacıklı M, Korkmaz T. Diş Hekimliğinde Güncel İntraoral Tarayıcılar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2021;31 (2): 289-304.

Banerjee A, Kidd E, Watson T. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *Journal of Dentistry*. 2000a;28 (3): 179-186.

Banerjee A, Pabari H, Paolinelis G, Thompson ID, Watson TF. An in vitro evaluation of selective demineralised enamel removal using bio-active glass air abrasion. *Clinical oral investigations*. 2011a;15 (6): 895-900.

Banerjee A, Paolinelis G, Socker M, McDonald F, Watson TF. An in vitro investigation of the effectiveness of bioactive glass air-abrasion in the 'selective' removal of orthodontic resin adhesive. *European Journal of Oral Sciences*. 2008;116 (5): 488-492.

Banerjee A, Thompson I, Watson T. Minimally invasive caries removal using bio-active glass air-abrasion. *Journal of dentistry*. 2011b;39 (1): 2-7.

Banerjee A, Watson T, Kidd E. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *British dental journal*. 2000b;188 (9): 476-482.

Banting D, Deery C, Eggertsson H, Ekstrand K, Ferreira ZA. Appendix Criteria Manual International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II) Revised in December and July 2009 Bogota. Colombia and Budapest. 2009.

Baraba A, Kqiku L, Gabrić D, Verzak Ž, Hanscho K, Miletić I. Efficacy of removal of cariogenic bacteria and carious dentin by ablation using different modes of Er: YAG lasers. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2018;51.

Bayrak GD, Selvi-Kuvvetli S. Çürük belirleme yöntemlerine güncel yaklaşımlar. *Selcuk Dental Journal*. 6 (1): 82-90.

Beeley J, Yip H, Stevenson A. Chemochemical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *British dental journal*. 2000;188 (8): 427-430.

Bilmenoğlu Ç, Bilgin T. Üç Farklı Ağız Dışı Tarayıcının Doğruluğunun İn Vitro Olarak Karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2021;27 (3).

Bjørndal L, Mjör IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 4: Dental caries--characteristics of lesions and pulpal reactions. *Quintessence Int*. 2001;32 (9): 717-736.

Black GV, Black AD. A work on operative dentistry: Medico-dental Publishing Company; 1917.

Boston D, Graver H. Histological study of an acid red caries-disclosing dye. *Operative Dentistry*. 1989;14 (4): 186-192.

Braga MM, Mendes FM, Ekstrand KR. Detection activity assessment and diagnosis of dental caries lesions. *Dental Clinics*. 2010;54 (3): 479-493.

Brunner TJ, Stark WJ, Boccaccini AR. Nanoscale bioactive silicate glasses in biomedical applications. Preface XV List of Contributors XIX. 2009.

Buchalla W. Comparative fluorescence spectroscopy shows differences in noncavitated enamel lesions. *Caries research*. 2005;39 (2): 150-156.

Buchalla W, Lennon ÁM, Attin T. Comparative fluorescence spectroscopy of root caries lesions. *European Journal of Oral Sciences*. 2004;112 (6): 490-496.

Bussadori SK, Castro LC, Galvão AC. Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *The Journal of clinical pediatric dentistry*. 2005;30 (2): 115-119.

Caufield PW, Griffen AL. Dental caries: an infectious and transmissible disease. *Pediatric Clinics of North America*. 2000;47 (5): 1001-1019.

Ceballos L, Camejo DG, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, et al. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *Journal of Dentistry*. 2003;31 (7): 469-477.

Cebe MA, Ozturk B, Sirin Karaarslan E. Effect of caries removal techniques on bond strength to caries affected dentin on gingival wall: AFM observation of dentinal surface. *Journal of adhesion science and Technology*. 2016;30 (2): 157-170.

Chaudhary S, Jyoti A, Shrivastava V, Tomar RS. Role of nanoparticles as antibiofilm agents: A comprehensive review. *Curr Trends Biotechnol Pharm*. 2020;14 (1).

Clementino-Luedemann TN, Ilie ADN, Hickel R, Kunzelmann K-H. Micro-computed tomographic evaluation of a new enzyme solution for caries removal in deciduous teeth. *Dental materials journal*. 2006;25 (4): 675-683.

Coopman R, Fennis J, Ghaeminia H, Van de Vyvere G, Politis C, Hoppenreijts T. Volumetric osseous changes in the completely edentulous maxilla after sinus grafting and lateral bone augmentation: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020;49 (11): 1470-1480.

Çehreli ZC, Yazici AR, Akca T, Özgünaltay G. A morphological and micro-tensile bond strength evaluation of a single-bottle adhesive to caries-affected human dentine after four different caries removal techniques. *Journal of Dentistry*. 2003;31 (6): 429-435.

Çelik G, Tuğrul S, Üşümez A. Bilgisayar destekli diş hekimliği ve güncel CAD/CAM sistemleri. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2013;16 (1): 74-82.

Dammaschke T, Vesnić A, Schäfer E. In vitro comparison of ceramic burs and conventional tungsten carbide bud burs in dentin caries excavation. *Quintessence International*. 2008;39 (6).

Davies JM, Horwitz DA, Davies KJ. Potential roles of hypochlorous acid and N-chloroamines in collagen breakdown by phagocytic cells in synovitis. *Free Radical Biology and Medicine*. 1993;15 (6): 637-643.

de Almeida Neves A, Coutinho E, Vivan Cardoso M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2011;13 (1): 7.

De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Poitevin A, Peumans M, Lambrechts P, et al. Micro-tensile bond strength of adhesives bonded to Class-I cavity-bottom dentin after thermocycling. *Dental Materials*. 2005a;21 (11): 999-1007.

De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of dental research*. 2005b;84 (2): 118-132.

DeHoff PH, Anusavice KJ, Wang Z. Three-dimensional finite element analysis of the shear bond test. *Dental Materials*. 1995;11 (2): 126-131.

Dikmen B. Icdas II criteria (international caries detection and assessment system). *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2015;49 (3): 63.

Divya G, Prasad MG, Vasa AAK, Vasanthi D, Ramanarayana B, Mynampati P. Evaluation of the efficacy of caries removal using polymer bur, stainless steel bur, Carisolv, Papacarie—An invitro comparative study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2015;9 (7): ZC42.

Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clinical microbiology reviews*. 2002;15 (2): 167-193.

Donmez MB, Marques VR, Çakmak G, Yilmaz H, Schimmel M, Yilmaz B. Congruence between the meshes of a combined healing abutment-scan body system acquired with four different intraoral scanners and the corresponding library file: An in vitro analysis. *Journal of dentistry*. 2022;118: 103938.

Dorothy McComb B. Caries-detector dyes—how accurate and useful are they? *J Can Dent Assoc*. 2000;66: 195-198.

Ekstrand K, Luna L, Promisiero L, Cortes A, Cuevas S, Reyes J, et al. The Reliability and Accuracy of Two Methods for Proximal Caries Detection and Depth on Directly Visible Proximal Surfaces: An in vitro Study. *Caries Research*. 2011;45 (2): 93.

Ekstrand KR, Zero DT, Martignon S, Pitts NB. Lesion activity assessment. Detection, assessment, diagnosis and monitoring of caries. 2009;21: 63-90.

Elderton R. New approaches to cavity design with special reference to the class II lesion. *British Dental Journal*. 1984;157 (12): 421-427.

Eliades G. Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding systems. *Journal of dentistry*. 1994;22 (2): 73-81.

Emir F, Ayyıldız S. Evaluation of the trueness and precision of eight extraoral laboratory scanners with a complete-arch model: a three-dimensional analysis. *journal of prosthodontic research*. 2019;63 (4): 434-439.

- Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clinical Oral Investigations*. 2016;20 (7): 1495-1504.
- ERDEMİR U. ALTERNATİF BİR ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMİ: KEMO-MEKANİK YÖNTEM. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2006;40 (1-2): 55-66.
- Ericson D. What is minimally invasive dentistry? *Oral health & preventive dentistry*. 2004;2: 287-292.
- Ericson D, Zimmerman M, Raber H, Götrick B, Bornstein R, Thorell J. Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemo-mechanical removal of caries. *Caries research*. 1999;33 (3): 171-177.
- Eshghi A, Khoroushi M, Rezvani A. Resin bonding using etch-and-rinse and self-etch adhesives to decalcified deciduous enamel after bioactive glass air abrasion. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2014;15 (5): 595-602.
- Featherstone J, Doméjean S. Minimal intervention dentistry: part 1. From 'compulsive' restorative dentistry to rational therapeutic strategies. *British Dental Journal*. 2012;213 (9): 441-445.
- Felizardo KR, de Alvarenga Barradas NP, Guedes GF, Ferreira FdCA, Lopes MB. Use of Brix-3000 Enzymatic gel in mechanical chemical removal of caries: Clinical Case Report. *Journal of Health Sciences*. 2018;20 (2): 87-93.
- Ferraz C, Freire A, Mendonça J, Fernandes C, Cardona J, Yamauti M. Effectiveness of different mechanical methods on dentin caries removal: micro-CT and digital image evaluation. *Operative dentistry*. 2015;40 (3): 263-270.
- Fisher J, Glick M, Committee FWDFS. A new model for caries classification and management: the FDI World Dental Federation caries matrix. Elsevier; 2012. p. 546-551.
- Fortin D, Vargas MA. The spectrum of composites: new techniques and materials. *The Journal of the American Dental Association*. 2000;131: 26S-30S.
- Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dental Materials*. 2005;21 (5): 397-412.
- Frencken JE, Songpaisan Y, Phantumvanit P, Pilot T. An atraumatic restorative treatment (ART) technique: evaluation after one year. *International Dental Journal*. 1994;44 (5): 460-464.
- Fusayama T. Two layers of carious dentin: diagnosis and treatment. *Oper dent*. 1979;4: 63-70.
- Gale M, Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of dentistry*. 1999;27 (2): 89-99.
- García-Godoy F, Hicks MJ. Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. *The Journal of the American Dental Association*. 2008;139: 25S-34S.
- Gopikrishna V. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry-E Book: Second South Asia Edition*: Elsevier Health Sciences; 2018.
- Green BG. Oral perception of the temperature of liquids. *Perception & psychophysics*. 1986;39 (1): 19-24.
- Gugnani N, Pandit I, Srivastava N, Gupta M, Sharma M. International caries detection and assessment system (ICDAS): a new concept. *International journal of clinical pediatric dentistry*. 2011;4 (2): 93.
- Gürçan AT. Farklı Çürük Sınıflandırmalarına Göre Risk Faktörleri. 2018.
- Haak R, Wicht MJ, Noack MJ. Does chemomechanical caries removal affect dentine adhesion? *European Journal of Oral Sciences*. 2000;108 (5): 449-455.
- Hacıoğulları DÖ, ULUSOY N, CENGİZ E. Derin Dentin Çürüklerinin Tedavisinde Alternatif Yeni Yöntemler.
- Hadley J, Young DA, Eversole LR, Gornbein JA. A laser-powered hydrokinetic system: for caries removal and cavity preparation. *The Journal of the American Dental Association*. 2000;131 (6): 777-785.

Hafström-Björkman U, Sundström F, de Jong EdJ, Oliveby A, Angmar-Månsson B. Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries research*. 1992;26 (4): 241-247.

Hagiwara M, Watanabe E, Barrett JC, Tsutsui T. Assessment of genotoxicity of 14 chemical agents used in dental practice: ability to induce chromosome aberrations in Syrian hamster embryo cells. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 2006;603 (2): 111-120.

Hamama H, Yiu C, Burrow M. Current update of chemomechanical caries removal methods. *Australian dental journal*. 2014;59 (4): 446-456.

Han S, Park S. Comparison of internal adaptation in class II bulk-fill composite restorations using micro-CT. *Operative Dentistry*. 2017;42 (2): 203-214.

Hepdeniz ÖK, Seçkin Ö. Dinamik mikrobiyal bir yaşam: Oral biyofilm. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2017;8 (3): 47-55.

Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries: role of remineralization and fluoride in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2004a;28 (3): 203-214.

Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 1). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2004b;28 (1): 47-52.

Hosoya Y, Marshall S, Watanabe L, Marshall G. Microhardness of carious deciduous dentin. *Operative Dentistry*. 2000;25 (2): 81-89.

Hsieh Y-S, Ho Y-C, Lee S-Y, Chuang C-C, Tsai J-c, Lin K-F, et al. Dental optical coherence tomography. *Sensors*. 2013;13 (7): 8928-8949.

Hugo B, Stassinakis A. Preparation and restoration of small interproximal carious lesions with sonic instruments. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*. 1998;10 (3): 353-359; quiz 360.

Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, et al. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community dentistry and oral epidemiology*. 2007;35 (3): 170-178.

Ismail AI, Tellez M, Pitts NB, Ekstrand KR, Ricketts D, Longbottom C, et al. Caries management pathways preserve dental tissues and promote oral health. *Community dentistry and oral epidemiology*. 2013;41 (1): e12-e40.

Ismail MMM, Al Haidar AHM. Evaluation of the efficacy of caries removal using papain gel (Brix 3000) and smart preparation bur (in vivo comparative study). *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2019;11 (2): 444-449.

Jacobsen T, Norlund A, Englund GS, Tranaeus S. Application of laser technology for removal of caries: a systematic review of controlled clinical trials. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2011;69 (2): 65-74.

Jeon J-H, Choi B-Y, Kim C-M, Kim J-H, Kim H-Y, Kim W-C. Three-dimensional evaluation of the repeatability of scanned conventional impressions of prepared teeth generated with white-and blue-light scanners. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2015;114 (4): 549-553.

Joves GJ, Inoue G, Sadr A, Nikaido T, Tagami J. Nanoindentation hardness of intertubular dentin in sound, demineralized and natural caries-affected dentin. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2014;32: 39-45.

Karaarslan ES, Yildiz E, Cebe M, Yegin Z, Ozturk B. Evaluation of micro-tensile bond strength of caries-affected human dentine after three different caries removal techniques. *Journal of dentistry*. 2012;40 (10): 793-801.

KEYES PH. Factors influencing the initiation, transmission and inhibition of dental caries. *Mechanisms of hard tissue destruction*. 1963: 261-283.

Kidd E, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *Journal of dental research*. 2004;83 (1_suppl): 35-38.

Kidd E, Joyston-Bechal S, Beighton D. The use of a caries detector dye during cavity preparation: a microbiological assessment. *British Dental Journal*. 1993;174 (7): 245-248.

Kidd E, Mejáre I, Nyvad B. Clinical and radiographic diagnosis. 2003.

Kidd E, Ricketts D, Beighton D. Criteria for caries removal at the enamel-dentine junction: a clinical and microbiological study. *British dental journal*. 1996;180 (8): 287-291.

Koubi S, Tassery H. Minimally invasive dentistry using sonic and ultra-sonic devices in ultraconservative Class 2 restorations. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2008;9 (2): 155-165.

Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. *The Journal of the American Dental Association*. 2000;131: 20S-25S.

KULAN M, ULUKAPI I. Bioactive glasses in Dentistry. *European Oral Research*. 2011;45 (1): 65.

Kunzelmann K-H. Verschleißanalyse und-quantifizierung von Füllungsmaterialien in vivo und in vitro: Shaker; 1998.

Larsen M. Chemical events during tooth dissolution. *Journal of dental research*. 1990;69 (2_suppl): 575-580.

Lasfargues J, Kaleka R, Louis J. A new system of minimally invasive preparations: The Si/Sta concept. *Adhesion: The silent revolution in dentistry* Chicago: Quintessence. 2000: 107-101.

Latta MA, Barkmeier WW. Dental adhesives in contemporary restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*. 1998;42 (4): 567-577.

LeGeros R. 7. Calcium Phosphates in Dental Calculus and Dental Caries. *Calcium Phosphates in Oral Biology and Medicine*. 15: Karger Publishers; 1991. p. 130-153.

Leinfelder KF. Dentin adhesives for the twenty-first century. *Dental Clinics of North America*. 2001;45 (1): 1-6.

Lennon AM. Fluorescence-aided caries excavation (FACE) compared to conventional method. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*. 2003;28 (4): 341-345.

Li H, Wang W-M, Yu S-L, Wen Q. Morphological and microtensile bond strength evaluation of three adhesive systems to caries-affected human dentine with chemomechanical caries removal. *Journal of dentistry*. 2011;39 (4): 332-339.

Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkyten A. Recent advances in dental optics–Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*. 2014;54: 203-221.

Maarouf R, Badr S, Ragab H. CLINICAL EFFICIENCY OF POLYMER BURS IN CARIES REMOVAL IN PRIMARY MOLARS AND RELEVANT PAIN PERCEPTION: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL. *International Arab Journal of Dentistry*. 2018;9 (1).

Maltz M, Henz S, De Oliveira E, Jardim J. Conventional caries removal and sealed caries in permanent teeth: a microbiological evaluation. *Journal of Dentistry*. 2012;40 (9): 776-782.

Marsh PD, Lewis MA, Rogers H, Williams D, Wilson M. *Marsh and Martin's Oral Microbiology-E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2016.

Mason P, Ferrari M, Cagidiaco M, Davidson C. Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. *Journal of dentistry*. 1996;24 (3): 217-222.

Maupome G, Hernandez-Guerrero J, Garcia-Luna M, Trejo-Alvarado A, Hernandez-Perez M, Diez-de-Bonilla J. In vivo diagnostic assessment of dentinal caries utilizing acid red and povidone-iodine dyes. *Operative Dentistry*. 1995;20: 119-119.

McCabe J. Properties used to characterize materials. *Applied dental materials*. 1998: 4-28.

McInnes-Ledoux P, Ledoux W, Weinberg R. Bond strength of dentinal bonding agents to chemomechanically prepared dentin. *Dental Materials*. 1987;3 (6): 331-336.

Mitsui FHO, Peris AR, Cavalcanti AN, Marchi GM, Pimenta LAF. Influence of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strengths of total and self-etching adhesive systems. *Operative dentistry*. 2006;31 (2): 240-247.

Miyachi T, Tsutsui T. Ability of 13 chemical agents used in dental practice to induce sister-chromatid exchanges in Syrian hamster embryo cells. *Odontology*. 2005;93 (1): 24-29.

Mjör IA. Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Brazilian dental journal*. 2009;20: 3-16.

Motta LJ, Martins MD, Porta KP, Bussadori SK. Aesthetic restoration of deciduous anterior teeth after removal of carious tissue with Papacárie®. *Indian Journal of Dental Research*. 2009;20 (1): 117.

Mount GJ. Defining, classifying, and placing incipient caries lesions in perspective. *Dental Clinics*. 2005;49 (4): 701-723.

Mumcuoğlu T, Erdurman FC, Durukan AH. Principles and novel clinical applications of optical coherence tomography. *Turkish Journal of Ophthalmology*. 2008;38 (2): 168-175.

Nagaveni N, Yadav S, Poornima P, Bharath K, Mathew MG, Kumar PN. Volumetric evaluation of various obturation techniques in primary teeth using cone beam computed tomography—An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2017;35 (3): 244.

Nakamura H, Asai K, Fujita H, Nakazato H, Nishimura Y, Furuse Y, et al. The solvent action of sodium hypochlorite on bovine tendon collagen, bovine pulp, and bovine gingiva. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1985;60 (3): 322-326.

Neves AA, Coutinho E, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Does DIAGNOdent provide a reliable caries-removal endpoint? *Journal of dentistry*. 2011a;39 (5): 351-360.

Neves AA, Lourenço RA, Alves HD, Lopes RT, Primo LG. Caries-removal effectiveness of a papain-based chemo-mechanical agent: A quantitative micro-CT study. *Scanning*. 2015;37 (4): 258-264.

Neves AdA, Coutinho E, Cardoso MV, Jaecques SV, Van Meerbeek B. Micro-CT based quantitative evaluation of caries excavation. *Dental Materials*. 2010;26 (6): 579-588.

Neves AdA, Coutinho E, De Munck J, Van Meerbeek B. Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-CT investigation. *Journal of dentistry*. 2011b;39 (2): 154-162.

Paolinelis G, Watson T, Banerjee A. Microhardness as a predictor of sound and carious dentine removal using alumina air abrasion. *Caries research*. 2006;40 (4): 292-295.

Paratelli A, Vania S, Gómez-Polo C, Ortega R, Revilla-León M, Gómez-Polo M. Techniques to improve the accuracy of complete-arch implant intraoral digital scans: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021.

Park J, Choi D-S, Jang I, Yook H-T, Jost-Brinkmann P-G, Cha B-K. A novel method for volumetric assessment of tooth wear using three-dimensional reverse-engineering technology: a preliminary report. *Angle Orthodontist*. 2014;84 (4): 687-692.

Patel S, Durack C, Abella F, Roig M, Shemesh H, Lambrechts P, et al. European Society of Endodontology position statement: the use of CBCT in endodontics. *International endodontic journal*. 2014;47 (6): 502-504.

Perdigao J, Swift J. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion in: Theodor MR, Haraldo H, Edward Js. *Sturdevants art & science of operative dentistry 4th Ed* St Louis: Mosby Co. 2002;239.

Pittayawutwinit O. The applications of acid etching in pediatric dentistry: a review. *Kerala Dental Journal*. 2000;3 (1): 9-15.

Pitts N, Melo P, Martignon S, Ekstrand K, Ismail A. Caries risk assessment, diagnosis and synthesis in the context of a European Core Curriculum in Cariology. *European Journal of Dental Education*. 2011;15: 23-31.

Pitts NB. "ICDAS"-an international system for caries detection and assessment being developed to facilitate caries epidemiology, research and appropriate clinical management. *Community dental health*. 2004: 193-198.

Pitts NB, Ekstrand KR, Foundation I. International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS)—methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. *Community dentistry and oral epidemiology*. 2013;41 (1): e41-e52.

Piva E, Ogliari FA, Moraes RRd, Corá F, Henn S, Correr-Sobrinho L. Papain-based gel for biochemical caries removal: influence on microtensile bond strength to dentin. *Brazilian oral research*. 2008;22 (4): 364-370.

Restorasyonlar DBKR. Güneş Kitabevi Ltd. Şti, Ankara. 2000: 1-20.

Reymus M, Fotiadou C, Hickel R, Diegritz C. 3D-printed model for hands-on training in dental traumatology. *International endodontic journal*. 2018;51 (11): 1313-1319.

Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *Journal of healthcare engineering*. 2017;2017.

Roberson T. Hey mann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* 4th ed St louis Mosby. 2002: 237-258.

Roberson T, Heymann H, Swift EJ, Clifford M. Clinical Significance of Dental Anatomy, Histology, Physiology and occlusion. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* 5th ed, St Louis, Mosby. 2006: 29.

Robinson C, Shore RC, Brookes SJ, Strafford S, Wood S, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 2000;11 (4): 481-495.

Rompen E, Charpentier M. Elimination of carious tissue with the Caridex system: bacteriological study. *Revue D'odonto-stomatologie*. 1989;18 (1): 13-19.

Rotar RN, Faur AB, Pop D, Jivanescu A. Scanning Distance Influence on the Intraoral Scanning Accuracy—An In Vitro Study. *Materials*. 2022;15 (9): 3061.

Rudolph H, Luthardt RG, Walter MH. Computer-aided analysis of the influence of digitizing and surfacing on the accuracy in dental CAD/CAM technology. *Computers in biology and medicine*. 2007;37 (5): 579-587.

Saboia VP, Silva FC, Nato F, Mazzoni A, Cadenaro M, Mazzotti G, et al. Analysis of differential artificial ageing of the adhesive interface produced by a two-step etch-and-rinse adhesive. *European journal of oral sciences*. 2009;117 (5): 618-624.

Sadek FT, Monticelli F, Muench A, Ferrari M, Cardoso PEC. A novel method to obtain microtensile specimens minimizing cut flaws. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2006;78 (1): 7-14.

Sahyoun CC, Subhash HM, Peru D, Ellwood RP, Pierce MC. An experimental review of optical coherence tomography systems for noninvasive assessment of hard dental tissues. *Caries Research*. 2020;54 (1): 43-54.

Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's restorative dental materials-e-book*: Elsevier Health Sciences; 2012.

Sampaio CS, Arias JF, Atria PJ, Cáceres E, Díaz CP, Freitas AZ, et al. Volumetric polymerization shrinkage and its comparison to internal adaptation in bulk fill and conventional composites: A μ CT and OCT in vitro analysis. *Dental Materials*. 2019;35 (11): 1568-1575.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength—evaluation of a micro-tensile bond test. *Dental materials*. 1994;10 (4): 236-240.

Sattabanasuk V, Burrow M, Shimada Y, Tagami J. Resin adhesion to caries-affected dentine after different removal methods. *Australian Dental Journal*. 2006;51 (2): 162-169.

Sauro S, Watson TF, Thompson I, Banerjee A. One-bottle self-etching adhesives applied to dentine air-abraded using bioactive glasses containing polyacrylic acid: an in vitro microtensile bond strength and confocal microscopy study. *Journal of Dentistry*. 2012a;40 (11): 896-905.

Sauro S, Watson TF, Thompson I, Toledano M, Nucci C, Banerjee A. Influence of air-abrasion executed with polyacrylic acid-Bioglass 45S5 on the bonding performance of a resin-modified glass ionomer cement. *European Journal of Oral Sciences*. 2012b;120 (2): 168-177.

Schutzrank S, Galaini J, Kronman J, Goldman M, Clark R. A comparative in vitro study of GK-101 and GK-101E in caries removal. *Journal of Dental Research*. 1978;57 (9-10): 861-864.

Schwendicke F, Dörfer C, Paris S. Incomplete caries removal: a systematic review and meta-analysis. *Journal of dental research*. 2013;92 (4): 306-314.

Shimada Y, Sadr A, Sumi Y, Tagami J. Application of optical coherence tomography (OCT) for diagnosis of caries, cracks, and defects of restorations. *Current oral health reports*. 2015;2 (2): 73-80.

Shimada Y, Tagami J. Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. *Operative Dentistry*. 2003;28 (1): 20-27.

Shivakumar K, Prasad S, Chandu G. International Caries Detection and Assessment System: A new paradigm in detection of dental caries. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2009;12 (1): 10.

Sikri VK. *Dental caries*: CBS Publishers; 2016.

Sinjari B, Santilli M, D'Addazio G, Rexhepi I, Gigante A, Caputi S, et al. Influence of dentine pre-treatment by sandblasting with aluminum oxide in adhesive restorations. An in vitro study. *Materials*. 2020;13 (13): 3026.

Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Meirelles L, Wang H-L, et al. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: A systematic review. *Clinical oral investigations*. 2021: 1-15.

Sturdevant CM, Roberson TM. *The art and science of operative dentistry*: Mosby Elsevier Health Science; 1995.

Surovas A. A digital workflow for modeling of custom dental implants. *3D printing in medicine*. 2019;5 (1): 1-11.

Swift EJ, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *QUINTESSENCE INTERNATIONAL-ENGLISH EDITION*-. 1995;26: 95-95.

Şahin FÜ, Topuz Ö. Diş hekimliği araştırmalarında mikrobilgisayarlı tomografi uygulamaları. *Acta Odontologica Turcica*. 2014;31 (2): 114-120.

Şen Yavuz B. Çeşitli remineralizasyon ajanlarının etkilerinin optik koherens tomografi ile incelenmesi. 2017.

Şener Y, Şengün A, Kuşdemir M, Öztürk B, Bağlar S. ATRAVMATİK RESTORATİF TEDAVİ İÇİN KULLANILAN CAM İYONOMER SİMANLARIN MİKROSİZİNTİSİ. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2011;2011 (3): 175-181.

Tandon S, Silas A. Caridex: dentin topography and bond strength evaluation. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*. 1992;3 (3): 76-82.

Thomas AR, Nagraj SK, Mani R, Haribabu R. Comparative evaluation of the efficiency of caries removal using various minimally invasive techniques with conventional rotary instruments using cone beam computed tomography: An in vitro study. *Journal of International Oral Health*. 2020;12 (3): 253.

Tosun S, Özsevik AS, Aydın U. Endodontik tedavili dişlerin restorasyonu. *Gaziantep Medical Journal*. 2016;22 (1): 33-38.

Tuncer S, Demirci M, Tekçe N. Minimal invaziv diş hekimliği kavramı, yaklaşımı ve stratejisi. *Türkiye Klinikleri*. 2014;5 (3).

Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry—a review* FDI Commission Project 1–97. *International dental journal*. 2000;50 (1): 1-12.

Unlu N, Ermis RB, Sener S, Kucukyilmaz E, Cetin AR. An in vitro comparison of different diagnostic methods in detection of residual dentinal caries. *International journal of dentistry*. 2010;2010.

Ülker M, Özcan M, Şengün A, Özer F, Belli S. Effect of artificial aging regimens on the performance of self-etching adhesives. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2010;93 (1): 175-184.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON*-. 2003;28 (3): 215-235.

Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *Journal of dentistry*. 1998;26 (1): 1-20.

Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental materials*. 2010;26 (2): e100-e121.

Van Noort R, Noroozi S, Howard I, Cardew G. A critique of bond strength measurements. *Journal of dentistry*. 1989;17 (2): 61-67.

Vanden Broeke L, Grillon M, Yeung A, Wu W, Tanaka R, Vardhanabhuti V. Feasibility of photon-counting spectral CT in dental applications—a comparative qualitative analysis. *BDJ open*. 2021;7 (1): 4.

Varun R, Chamarthi V, Annamalai S. MICROTENSILE BOND STRENGTH OF GIC AND RMGIC RESTORED TO CARIOUS TEETH TREATED WITH CARISOLV AND PAPACARIE-AN IN VITRO STUDY. *JOURNAL OF EVOLUTION OF MEDICAL AND DENTAL SCIENCES-JEMDS*. 2018;7 (12): 1488-1492.

Venkataraghavan K, Kush A, Lakshminarayana C, Diwakar L, Ravikumar P, Patil S, et al. Chemomechanical Caries Removal: A Review & Study of an Indigenously Developed Agent (Carie Care TM Gel) In Children. *Journal of international oral health: JIOH*. 2013;5 (4): 84.

Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *Journal of dental research*. 1997;76 (6): 1298-1307.

Vinski I. Two hundred and fifty years of rotary instruments in dentistry. *British dental journal*. 1979;146 (7): 217-223.

Vusurumarthi V, Ballullaya SV, Pushpa S, Veluvarti VRK, Loka PR, Galla PK. Evaluation and comparison of caries excavation efficacy of three different burs: A micro-computed tomographic-assisted study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*. 2020;10 (2): 213.

Walsh LJ. Caries diagnosis aided by fluorescence. *Dental Caries—Diagnosis and Management*; Arkanslan, Z, Ed; InTech Publishers: Rijeka, Croatia. 2018: 97-115.

Weisrock G, Terrer E, Couderc G, Koubi S, Levallois B, Manton D, et al. Naturally aesthetic restorations and minimally invasive dentistry. *Journal of Minimum Intervention in Dentistry*. 2011;4 (2): 23-34.

Wennerberg A, Sawase T, Kultje C. The influence of Carisolv on enamel and dentine surface topography. *European journal of oral sciences*. 1999;107 (4): 297-306.

Wilder-Smith P, Holtzman J, Epstein J, Le A. Optical diagnostics in the oral cavity: an overview. *Oral diseases*. 2010;16 (8): 717-728.

Wolski K, Goldman M, Kronman J, Nathanson D. Dentinal bonding after chemomechanical caries removal--effect of surface topography. *Operative Dentistry*. 1989;14 (2): 87-92.

Yalçın Çakır F. Minimal İnvaziv Kavite Preparasyonu Bu Amaçla Kullanılan Teknikler Sonik Lazer Air Abrazyon ve Güncel Gelişmeler Minimal Invasive Cavity Preparation Techniques Used in This Field Sonic Laser Air Abrasion and Latest Developments Filiz YALÇIN ÇAKIRaa Restoratif Diş Tedavisi AD Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ankara Türkiye Klinikleri J Dental Sci Special Topics 2014 5 3 69 78. 2014.

Yamaguchi F, Tsutsui T. Cell-transforming activity of fourteen chemical agents used in dental practice in Syrian hamster embryo cells. *Journal of pharmacological sciences*. 2003;93 (4): 497-500.

Yanikoglu F, Avci H, Celik ZC, Tagtekin D. Diagnostic performance of ICDAS II, FluoreCam and ultrasound for flat surface caries with different depths. *Ultrasound in medicine & biology*. 2020;46 (7): 1755-1760.

Yanikoglu F, Korkut B, Celik Z, Cetinbay C, Erkan K, Kocaman A, et al. Volumetric Tissue Loss of Carious Teeth Scored with ICDAS II. *International Journal of Scientific Research*. 2018;7 (4).

Yavuz B, Kargül B. Erken Çürük Lezyonlarının Görüntülenmesinde ve Değerlendirilmesinde Optik Koherens Tomografi (OCT)'nin Kullanımı. *Türkiye Klinikleri Pediatric Dentistry-Special Topics*. 2019;5 (3): 38-44.

Yip H, Beeley J, Stevenson A. The interface between carious and sound dentine-an SEM study. *Medical science research*. 1991;19 (6): 187-188.

Yip H, Samaranayake L. Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clinical oral investigations*. 1998;2 (4): 148-154.

Young DA. New caries detection technologies and modern caries management: merging the strategies. *General dentistry*. 2002;50 (4): 320-331.

Young DA, Nový BB, Zeller GG, Hale R, Hart TC, Truelove EL, et al. The American Dental Association caries classification system for clinical practice: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*. 2015;146 (2): 79-86.

Zero DT, Fontana M, Martínez-Mier EA, Ferreira-Zandoná A, Ando M, González-Cabezas C, et al. The biology, prevention, diagnosis and treatment of dental caries: scientific advances in the United States. *The Journal of the American Dental Association*. 2009;140: 25S-34S.

Zheng L, Hilton JF, Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW. Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. *European journal of oral sciences*. 2003;111 (3): 243-252.



8. EKLER



Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

	PROTOKOL KODU	09.2021.494
	PROJE ADI	Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Diş Doku Kaybı ve Bağlanma Üzerindeki Rolü"
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI/ADI	Prof. Dr. Dilek TAĞTEKİN

KARAR BİLGİLERİ	Tarih :16.04.2021 Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığı için Kurulumuzca onaylanmasına oy birliği ile karar verilmiştir. Onay sonrasında yapılacak her türlü proje değişiklikleri (kanlımlar, başlık vb.) veya protokol değişikliklerinin Etik Kurula bildirilerek projenin yenilenmesi gerekmektedir.
-----------------	--

ÜYELER	Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu / EK Üyeliği	Onaylanan Proje ile İlişkisi	Toplantıya katılım	İmza
	Prof.Dr. Haner DİRESKENELİ	Romatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/ Başkan	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof.Dr. Tülin ERGUN	Dermatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Başkan Yrd.	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof.Dr. Atilla KARAALP	Farmakoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ EVET ☐ HAYIR	
	Prof. Dr. Şefik GÖRKEY	Tıp Tarihi ve Etik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof.Dr. Handan KAYA	Patoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof.Dr. M.Bahadır GÜLLÜOĞLU	Genel Cerrahi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof.Dr. Semra SARDAŞ	Eczacı	M.Ü Eczacılık Fak./Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof.Dr. Başak DOĞAN	Diş Hekimi	M.Ü Diş Hekimliği Fak./Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof. Dr. Beste Melek ATASOY	Radyasyon Onkolojisi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof. Dr. ERF KARAKOÇ AYDINER	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Prof.Dr. Meltem KORAY	Diş Hekimi	İstanbul Üniv. Diş Hekimliği Fak./Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Doç. Dr. Gürkan SERT	Hukukçu	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Doç.Dr: Figen DEMİR	Halk Sağlığı	Acıbadem Üniv. Tıp Fak.	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Doç.Dr. Pınar Mega TİBER	Biyofizik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	
	Gülde Aynur MİRZA	Sağlık Mensubu olmayan kişi	Serbest	☒ Var ☐ Yok	☐ Evet ☐ Hayır	

9. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

E-posta:

Web: <https://avesis.marmara.edu.tr/ozlem.kanar>

Uluslararası Araştırmacı ID'leri

ORCID:0000-0002-9701-5860

Yöksis Araştırmacı ID:299467

Yabancı Diller İngilizce, B2 Orta Üstü

Sertifika, Kurs ve Eğitimler

Sağlık ve Tıp, Diş Hekimliğinde Botulinum Toksin Uygulamaları, Botulinum Toksin Applications in Dentistry, Lykiadent, 2022

Sağlık ve Tıp, Diş Hekimliği Lisans Üstü Eğitiminde Ters Yüz Öğrenme Modeli, Flipped Learning Model in Dentistry Postgraduate Education, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2021 Sağlık ve Tıp, Şekillendirmeden Doldurmaya Kök Kanal Tedavisi, Root Canal Treatment: From Shaping to Filling, Medya Yayın grubu, Prof. Dr. Mehmet Baybora Kayahan, 2021

Veri Analizi, IBM SPSS Uygulamalı İstatistiksel Veri Analizi Eğitimi, IBM SPSS Practical Statistical Data Analysis Training, Eistatistik, Assoc. Prof. Naci Murat,2021

Sağlık ve Tıp, Cerec Dijital Sistemleri, DentsplySirona, 2020

Araştırma Alanları

Klinik Bilimler

Akademik Unvanlar / Görevler Araştırma Görevlisi, Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hekimliği Klinik Bilimleri Bölümü, 2019-2022

Diğer Dergilerde Yayınlanan Makaleler

I. İNDİREKT KOMPOZİT VE SERAMİK RESTORASYONLARDA YÜZEY HAZIRLIĞI KANARÖ., TAĞTEKİN D.

AYDIN DENTAL JOURNAL, cilt.7, sa.1, ss.57-75,2021 (Hakemli Dergi)

Kitap &Kitap Bölümleri

I. Beyazlatıcı Diş Macunları ŞENOL A.A., ÖZMEN S., DOĞU B., KANAR Ö., YILMAZ ATALI P. Türkiye Klinikleri Restoratif Diş

Tedavisi Özel Sayı-Dış Macunları ve Kremleri, Dilek Arslantunalı
Tağtekin, Editör, Türkiye Klinikleri (Ortadoğu Reklam Tanıtım
Yayıncılık Turizm Eğitim İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş.), Ankara, ss.78-
88, 2020

Hakemli Kongre / Sempozyum Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

- I. I . Re-attachment procedure with air abrasion for uncomplicated crown fracture: a case report Kanar Ö., Tağtekin D. RESTORATIVE DENTISTRY ASSOCIATION 22th WINTER SYMPOSIUM AND DEPARTMENTS MEETING, Adana, Türkiye, 17 Aralık 2022, ss.146-147
- II. The Effectiveness of an Intraoral Scanner with Near-Infrared Imaging Technology for the Detection of Proximal Caries Kanar Ö., Tağtekin D. 26th TURKISH DENTAL ASSOCIATION INTERNATIONAL DENTAL CONGRESS, İstanbul, Türkiye, 08 Eylül 2022, cilt.11, ss.561
- III. Assessment Of Highly-Filled Flowable Composite And Different Surface Treatments For Composite Repair Kanar Ö., Meşeli S., Korkut B., Köken S., Tağtekin D., Yanıkoğlu F. İZMİR CHAMBER OF DENTISTS 27th INTERNATIONAL CONGRESS AND EXHIBITION, İZMİR, TÜRKİYE, 28 -31 Ekim 2021, ss.276- 277
- IV. Esthetic Restoration of the Fracture Line, Following a Re - Attachment Procedure Kanar Ö., Korkut B., Tağtekin D. 10th CONSEURO CONGRESS, 22 -24 Nisan 2021, ss.149
- V. Aesthetic Rehabilitation of Traumatized Maxillary Central Incisor: Case Report Kanar Ö., Yılmaz Atalı P., Tağtekin D. I I . PREVENT FROM CARIES SYMPOSIUM, 13 -14 Kasım 2020
- VI. Providing Aesthetic With Composite Resins In Diastema Case Caused By Dimensional Mismatch Kanar Ö., Korkut B., Tağtekin D. 24 th INTERNATIONAL CONGRESS OF ESTHETIC DENTISTRY, İstanbul, Türkiye, 23 -25 Ekim 2020

Metrikler

Yayın: 9

Kongre ve Sempozyum Katılımı Faaliyetleri

Restoratif Diş Hekimliği Derneği 22. Kış sempozyumu ve Anabilim Dalları Tolantısı, Katılımcı, Adana, Türkiye, 2022

Türk Diş Hekimleri Birliği 26. Uluslararası Kongresi, Katılımcı, İstanbul, Türkiye, 2022

İzmir Diş Hekimleri Odası 27. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, Katılımcı, İzmir, Türkiye, 2021

10.CONSEURO, Katılımcı, İstanbul, Türkiye, 2021

3.Çürümeden Korum Sempozyumu, Katılımcı, İstanbul, Türkiye, 2020

24. Uluslararası Estetik Diş Hekimliği Kongresi, Katılımcı, İstanbul, Türkiye, 2020

Marmara Üniversitesi Uluslararası Diş Hekimliği Sempozyumu, İzleyici/Dinleyici, İstanbul, Türkiye, 2019

Ödüller

Kanar Ö., Korkut B., Tağtekin D., En İyi Poster Bildiri Üçüncülük Ödülü, Estetik Diş Hekimliği Akademisi Derneği, Ekim 2020