

**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**FARKLI ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİNİN
KALAN DENTİN DOKUSUNUN YÜZEY SERTLİĞİ,
MİNERAL DENSİTESİ VE REZİN BAĞLANMA
DAYANIMI ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Selin NACAĞ

**Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAĞ**

**ERZURUM
2019**

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

“FARKLI ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİNİN KALAN DENTİN DOKUSUNUN YÜZEY SERTLİĞİNE MİNERAL YOĞUNLUĞUNA VE KOMPOZİT REZİNE BAĞLANMA DAYANIMINA OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ”

Dt. Selin NACAĞ

Tez Savunma Tarihi : 29.04.2019

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAĞ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nilgün SEVEN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet YILDIZ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ömer Yavuz GÖMEÇ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAĞ

ONAY

Bu Çalışma Yukarıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi Olarak Kabul Edilmiştir.



Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM
Fakülte Dekan

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Diş Çürüğü Etiyolojisi	4
2.1.1. Dental Biofilmin Diş Çürüğünün Oluşumuna Etkisi.....	5
2.1.2. Şeker Tüketimi ve Diyetin Diş Çürüğünün Oluşumuna Etkisi.....	6
2.1.3. Konak Faktörlerinin Diş Çürüğünün Oluşumuna Etkisi.....	7
2.1.4. Zaman Faktörünün Diş Çürüğü Oluşumuna Etkisi.....	7
2.1.5. Diğer Etkenler.....	8
2.2. Diş Çürüğünün Morfolojisi.....	9
2.2.1. Mine Çürüğü	9
2.2.1.1. Mine Çürüğünün Tabakaları	10
2.2.2. Dentin Çürüğü.....	12
2.2.2.1. Dentin Çürüğünün Tabakaları	13
2.3. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri.....	15
2.3.1. Mekanik Dönen Aletler	17
2.3.1.1. Dönen Enstrümanlar	17
2.3.1.2. Dental Frezler	18
2.3.2. Diğer Mekanik Yöntemler	20

2.3.2.1. Ekskavatörler	20
2.3.2.2. Air-Abrazyon	21
2.3.2.3. Ultrasonik Enstrümantasyon.....	21
2.3.2.4. Sono-Abrazyon	22
2.3.3. Kemomekanik Yöntem	23
2.3.4. Fotoablasyon Yöntemi (Lazer Destekli Çürük Uzaklaştırma Yöntemi)	27
2.3.5. Floresans Esaslı Çürük Uzaklaştırma Yöntemi (Transillüminasyon).....	30
2.4. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi.....	31
2.4.1. Çürük Teşhis Yöntemleri.....	31
2.4.1.1. Geleneksel Yöntemler.....	32
2.4.1.1.1. Görsel ve Dokunsal Muayene Yöntemi.....	32
2.4.1.1.2. Büyütme ile Görsel Muayene Yöntemi	34
2.4.1.1.3. Geleneksel Radyografik Muayene Yöntemi.....	34
2.4.1.2. Günümüz Dijital Teknolojisini İçeren Yöntemler	34
2.4.1.2.1. Dijital Radyografik Muayene Yöntemi	34
2.4.1.2.2. Elektriksel İletkenlikle Çürük Teşhis Yöntemi (ECM)	35
2.4.1.2.3. Fiber Optik Transillüminasyon Yöntemi (FOTI)	35
2.4.1.2.4. Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF) Yöntemi.....	35
2.4.1.2.5. Lazer Floresans Yöntemi (DIAGNOdent).....	36
2.4.1.2.6. LED (Light Emitting Diode) Floresans Yöntemi	37
2.4.1.2.7. Yakın-kızılötesi Işık Transillüminasyon Yöntemi.....	38
2.4.1.3. Geliştirilmekte Olan Teknolojileri Kullanan Yöntemler	38
2.4.1.3.1. Alternatif Akım Empedans Spektroskopisi Yöntemi	38
2.4.1.3.2. Ultrasonik Görüntüleme Yöntemi	39
2.4.1.4. Diğer Yöntemler	39

2.4.1.4.1. Optical coherence tomography (OCT) yöntemi	39
2.4.1.4.2. Mikro bilgisayarlı tomografi (Micro-CT) yöntemi.....	39
2.4.2. Mikrosertlik Testi	39
2.4.3. Kimyasal Analiz	42
2.4.4. Elementlerin Analizinde Kullanılan Teknikler.....	43
2.4.4.1. SEM-EDS	43
2.4.5. Mikrotensil Bağlanma Dayanımı Testi.....	44
3. MATERYAL VE METOT.....	46
3.1. Çalışmada Kullanılacak Dişlerin Belirlenmesi.....	46
3.2. Çürük Dokunun Uzaklaştırılması	48
3.2.1. Çelik Rond Frezle Çürük Uzaklaştırma.....	49
3.2.2. Polimer Frezle Çürük Uzaklaştırma	50
3.2.3. Seramik Frezle Çürük Uzaklaştırma.....	51
3.2.4. Transillüminasyon Yöntemi İle Çürük Temizleme	51
3.3.5. Kemomekanik Yöntemle Çürük Uzaklaştırma.....	53
3.3. Residüel Çürük Teşhisi.....	54
3.4. Örneklerin Hazırlanması.....	54
3.5. Mikrosertlik Testi	55
3.6. Mikrotensil Bağlanma Dayanımı Testi.....	56
3.7. Elemental Yüzey Analizi (SEM-EDS)	59
3.7.1. SEM Örneklerin Hazırlanması.....	60
3.7.2. SEM Prosedürü	60
3.7.3. SEM-EDS Ölçümü	61
3.8. İstatistiksel Analiz.....	62
4. BULGULAR.....	63

4.1. Mikrosertlik Testi Bulguları	63
4.2. Mikrotensil Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları.....	66
4.3. SEM-EDS Bulguları	67
5. TARTIŞMA.....	74
5.1. Mikrosertlik testi.....	81
5.2. Mikrotensil testi	86
5.3. Yüzey Analizi ve Elemental analiz (SEM-EDS).....	91
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	96
KAYNAKÇA.....	98
EKLER	129
EK-1 ÖZGEÇMİŞ	129
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU.....	130

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince her konuda yardımcı olan, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, ilgisi ve sabrıyla hep yanımda olan değerli tez danışmanım Doç.Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAY'a,

Yardımlarını, desteklerini ve sevgisini hiçbir zaman esirgemeyen Prof. Dr. Nilgün SEVEN'e, mesleki tecrübe ve çizgisini örnek aldığım klinik anlamda kendisinden çok şey öğrendiğim Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR'a, hayata karşı dik durmayı öğreten Doç. Dr. Nilgün AKGÜL'e, akademik alanda bana yaptığı katkılarıyla Prof. Dr. Mehmet YILDIZ, Dr. Öğr. Ü. Ömer SAĞSÖZ, Doç. Dr. Pınar GÜL, Dr. Öğr. Ü. Neslihan ÇELİK, Dr. Öğr. Ü. Merve İŞCAN YAPAR'a, istatistik konusundaki yardımları için Dr. Öğr. Ü. Aycan Mutlu YAĞANOĞLU'na,

Hiçbir fedakârlıktan çekinmeden hayatımın her anında hep yanımda olan, sevgimi ve minnettarlığımı hiçbir kelimeyle ifade edemeyeceğim çok sevgili anneme, babama ve kardeşlerime,

Birlikte geçirdiğimiz süre boyunca birbirimize destek olduğumuz, uzmanlık eğitimimi güzelleştiren, kolaylaştıran, eğlenceli hale getiren Dt. Buket KARALAR, Dt. Kübra CANTÜRK ve diğer bölüm arkadaşlarıma,

Araştırma görevlisi Mehmet Ali GÜL ve Ufuk KUŞKUN'a, kendilerince ufak benim için büyük yardımları için Dt. Furkan CANTÜRK ve Dt. Ezgi ERSOY'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca yanımda olduğunu bildiğim ve desteklerini her zaman hissettiğim Dt. M. Emre SÖNMEZATEŞ, Dt. Esra DURSUN, Uzm.Dt. Burak KÖSEOĞLU ve Uzm.Dt. Latife ALTINOK UYGUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Selin NACAĞ

ÖZET

Farklı Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Kalan Dentin Dokusunun Yüzeysel Sertliği, Mineral Densitesi ve Rezin Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı; beş farklı çürük uzaklaştırma yönteminin etkinliğinin, mikrosertlik ve bağlanma dayanımı üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesidir.

Materyal ve metot: Çalışmamızda mikrosertlik testi, mikrotensil bağlanma dayanım testi (n=10) ve SEM-EDS analizi için (n=2); 72 insan molar dişi kullanıldı. Çalışmaya dahil edilen dişlerdeki çürük lezyonları geleneksel yöntemler (çelik rond, seramik rond, polimer rond frez), kemomekanik yöntem (BRIX-3000) ve floresans destekli çürük uzaklaştırma yöntemi (Siroinspect) kullanılarak uzaklaştırıldı. Çürük uzaklaştırılan örnekler kavitenin orta noktasından bukko-lingual doğrultuda ikiye ayrılarak mikrosertlik testine, mikrotensil bağlanma dayanım testine ve SEM-EDS analizine tabi tutuldu. İstatistiksel analizler SPSS 20.0 Software (SPSS Inc, Chiago, IL, ABD) programı yardımıyla one-way ANOVA and Duncan post-hoc testleri kullanılarak yapıldı.

Bulgular: Tüm çürük uzaklaştırma yöntemleri ve kavite tabanından belirli uzaklıklarda (0 µm, 25 µm, 50 µm, 75 µm) yapılan ölçüm seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu (p<0.05). Mikrosertlik testi sonucunda floresans destekli çürük uzaklaştırma yönteminin uygulandığı grup, diğer çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulandığı gruplara göre anlamlı oranda yüksek bulundu (p<0.05). Mikrotensil bağlanma dayanımı testi sonucunda, Siroinspect, BRIX-3000 ve çelik rond frez ile çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulandığı gruplarla polimer rond frez ve seramik rond frez grupları arasında anlamlı farklılık bulundu (p<0.05).

Sonuç: Mikrosertlik değerlerine bakılarak çürük uzaklaştırma etkinliği bakımından değerlendirme yapıldığında floresans destekli çürük uzaklaştırma yöntemi, geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemlerine alternatif olabilir. Çürük uzaklaştırma sonrasında bağlanma başarısı açısından kemomekanik çürük uzaklaştırma (BRIX-3000) yöntemi önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Çürük uzaklaştırma, dentin, mikrosertlik, mikrotensil bağlanma dayanımı, SEM-EDS

ABSTRACT

Investigation of the Effect of Different Caries Removal Methods on the Surface Hardness, Mineral Density and Bond Strength With Composite Resin

Aim: The aim of this study is to evaluate the effects of five different caries removal methods on caries removal effectiveness according to microhardness and bond strength values.

Material and method: In our study, for microhardness test, microtensile bond strength test (n = 10) and SEM-EDS analysis (n = 2); a total of 72 human molar teeth were used. Caries lesions were removed with conventional (steel bur, ceramic bur, polymer bur) methods, chemomechanical method (BRIX-3000) and fluorescence-aided caries excavation method (Siroinspect). Then teeth were sectioned longitudinally through the cavity centre. And teeth were subjected to the microhardness test, microtensile test and SEM-EDX atomic analysis. Statistical analyses were performed using one-way ANOVA and Duncan post-hoc tests using SPSS 20.0 Software Program (SPSS Inc, Chiago, IL, USA).

Results: A statistically significant difference was found between all caries removal methods and measurement levels at certain distances from the cavity floor (0 μm , 25 μm , 50 μm , 75 μm) ($p < 0.05$). The results of the microhardness test showed that the fluorescence-supported caries removal method was applied significantly higher than the other caries removal methods ($p < 0.05$). As a result of the microtensile bond strength test, a significant difference was found between the groups where Siroinspect, BRIX-3000, steel bur caries removal methods were applied and polymer bur, ceramic bur groups ($p < 0.05$).

Conclusion: When the microhardness values are evaluated in terms of caries removal efficiency, Siroinspect can be an alternative to traditional caries removal methods. The chemomechanical caries removal (Brix-3000) method may be recommended for the bond strength success after caries removal.

Keywords: Caries excavation, dentine, microhardness, microtensile bond strength, SEM-EDX

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AES	: Atomik Emisyon Spektroskopisi
Al ₂ O ₃	: Alüminyum oksit
BT/ CT	: Bilgisayarlı tomografi
°C	: Santigrat derece
Ca	: Kalsiyum
Ca/P	: Kalsiyum-fosfor oranı
CAD/CAM	: Computer-aided design/Computer-aided manufacture
CCD	: Charged-Coupled device
CO ²	: Karbon dioksit
DIFOTI	: Dijital Fiber optik transillüminasyon
dk	: Dakika
EBE	: Encapsulating Buffer Emulsion
ECM	: Elektronik çürük monitörü
EDS (EDX)	: Enerji Dağılımsal X-Işını Spektroskopi Analizi
Er:YAG	: Erbiom doped: YttriumAluminumGarnet
Er:YSGG	: Erbium:Yttrium-Scandium-Galium-Garnet
F	: Florür
FACE	: Fluorescence-aided Caries Excavation
FDA	: Food and Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)
FOTI	: Fiber optik transillüminasyon
g	: Gram
GK-101	: N-monokloroglisin
Ho:YAG	: Holmium: Yttrium-Aluminum-Garnet

ICDAS	: International Caries Detection and Assessment System
ICP	: İndüktif Eşleşmiş Plazma
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)
KHN	: Knoop sertlik değeri
kV	: Kilovolt
LED	: Light emitting diode
Lot No	: Seri numarası
Mg	: Miligram
min ⁻¹	: Dakikadaki devir sayısı
mL	: Mililitre
mm ²	: Milimetre kare
MPa	: Megapaskal
μ	: Mikron
μm	: Mikrometre
μTBS	: Mikrotensil bağlanma dayanımı
N	: Newton
Nd:YAG	: Neodymium: YttriumAluminumGarnet
Nd:YAP	: Neodymium: Yttrium-Aluminum-Perovskite
Nd: YLF	: Neodymium: YttriumLanthanum- Fluoride
NILT	: Near infrared light transillumination
nm	: Nanometre
OCT	: Optik Koherens Tomografi
p	: İstatistiksel anlamlılık düzeyi
P	: Fosfor

pH	: Bir çözeltilinin asidik veya alkalinite derecesi
PO ₄	: Fosfat
QLF	: Quantitative light-induced fluorescence
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskopu
SFC-V, SFC-VIII	: Biosolv
sn	: Saniye
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
XeCl	: Xenon-Chloride
vb.	: Ve benzeri
VHN	: Vickers sertlik değeri
Y ₂ O ₃	: İtiryum oksit
ZrO ₂	: Zirkonyum Oksit

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Venn Diagramı	5
Şekil 2.2. Fiziksel Özelliklerine Göre Lazerler	28
Şekil 2.3. Kullanım Alanlarına Göre Lazerler.....	28
Şekil 2.4. Farklı Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Diş Dokusunu Uzaklaştırmada Göreceli Etkinliği	30
Şekil 2.5. ICDAS II kodlarına ait klinik örnekler.....	34
Şekil 2.6. Sertlik Ölçüm Testleri	41
Şekil 2.7. Vickers sertlik değeri ölçüm formülü ve iz oluşum görüntüsü	42
Şekil 3.1. Çalışmaya dahil edilecek dişlerin DIAGNOdent Pen yardımıyla belirlenmesi	47
Şekil 3.2. Çalışmaya dahil edilecek dişlerin radyografi yardımıyla belirlenmesi (A: Çalışmaya dahil edilen örnek, B: Çalışmaya dahil edilmeyen örnek, C: Kontrol grubu olarak belirlenen örnek).....	47
Şekil 3.3. Akriple gömülerek sabitlenen oklüzal çürüklü dişler.....	49
Şekil 3.4. Çelik rond frezle çürük uzaklaştırma işlemi.....	49
Şekil 3.5. Polimer rond frezle çürük uzaklaştırma işlemi.....	50
Şekil 3.6. Seramik rond frez	51
Şekil 3.7. Siroinspect Çürük Tespit Cihazı.....	52
Şekil 3.8. Transillüminasyon yöntemi ile çürük uzaklaştırma yöntemi.	53
Şekil 3.9. Kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma	54
Şekil 3.10. İsomat cihazı ve çürük uzaklaştırma yöntemlerinden biri uygulanmış olan örneğin bukko-lingual olarak ikiye ayrılması	55

Şekil 3.11. a-) Vickers mikrosertlik ölçüm cihazı. b-) Örneklerin tabla paralel yerleştirilmesi. c-) Ölçümler arası mesafeyi ayarlamaya yardımcı yön çubuğu.....	56
Şekil 3.12. Vickers uç tarafından oluşturulmuş izlerin görüntüleri.....	56
Şekil 3.13. Restoratif prosedürler uygulanırken kullanılan malzemeler	58
Şekil 3.14. Mikrotensil testi için örneklerin hazırlanmasının şematik gösterimi	58
Şekil 3.15. Mikrotensil bağlanma dayanım testi için hazırlanan 1 mm ² kesit alanına sahip örnekler.....	58
Şekil 3.16. (a) Mikrotensil test cihazı. (b) İki ucundan düzeneğin iki tarafına sabitlenmiş örnek. (c) Test sonrası kopma gerçekleşmiş örnek.....	59
Şekil 3.17. SEM-EDS ölçümü için hazırlanmış örnekler	61
Şekil 3.18. Altın kaplama cihazı ve altın kaplama işlemi tamamlanmış örnekler.....	61
Şekil 3.19. SEM-EDS Cihazı	62
Şekil 4.1. Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait mikrosertlik değerlerine (VHN) ait grafik.....	63
Şekil 4.2. Mikrotensil bağlanma dayanım değerlerine ait grafik	67
Şekil 4.3. Farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri kullanılarak dentin çürüğünün uzaklaştırılması sonrası kalan dentin yüzeyine ait taramalı elektron mikroskobu görüntüleri (SEM).....	70
Şekil 4.4. Kontrol grubu (A) ve çürük dokusunun çelik rond frez (B), seramik rond frez (C), polimer rond frez (D), BRIX-3000 (E) ve Siroinspect (F) ile uzaklaştırıldığı örneklere ait kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) miktarlarının belirlendiği SEM-EDS spektrumu ve atomik analiz sonucuna ait grafikler.....	73

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Dentin Çürüğü Tabakaları	14
Tablo 2.2. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri	16
Tablo 2.3. ICDAS II Kriterleri	33
Tablo 2.4. Farklı diagnostik cihazların dalga boyları	38
Tablo 3.1. DIAGNOdent Pen cihazının çalışmada kullanılan muayene kriterleri.....	47
Tablo 3.3. Çalışmada Kullanılan Materyallerin İçerikleri/Tipi ve Üretici Firmaları.....	57
Tablo 4.1. Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait mikrosertlik (VHN) ve standart sapma değerleri.....	63
Tablo 4.2. Gruplara ait mikrotensil bağlanma dayanım değerleri (Ortalama ± Standart Sapma) (MPa)	66

1. GİRİŞ

Bilinen en eski hastalıklardan biri olan diş çürükleri karyojenik mikroorganizmaların karbonhidratları metabolize etmesiyle oluşan enfeksiyöz bir hastalıktır.¹ Çürük oluşumu, yüzeydeki apatit kristallerinden kalsiyum iyonlarının ayrılması ile başlar. Demineralizasyon nedeniyle oluşan bu kalsiyum kaybı normal şartlarda remineralizasyon sonucu kalsiyumun ağız ortamından alınmasıyla karşılanabilmektedir. Remineralizasyon hızı, demineralizasyon hızından düşük olduğu zaman ise diş çürükleri oluşmaktadır.²

Diş çürüklerinin klinikteki ilk belirtisi, etkilenen diş yüzeyinin translüsentliğinin kaybolması nedeniyle minede oluşan beyaz nokta lezyonlarıdır.³ Bu safhadaki bir çürük lezyonunun ilerlemesi etkin bir önleyici tedavi yöntemi seçilerek remineralizasyonun sağlanması ile giderilebilir. Bu tip başlangıç çürüklerinin tedavisinde restoratif prosedürler tercih edilmez. İlerleyen çürük lezyonları ise mine ve mine-dentin birleşim bölgesine penetre olup dentin tübülleri doğrultusunu takip ederek dentin dokusuna ulaşmaktadır. Sonuçta mine dentin dokusundan kaynağını alan ve pulpa dokusuna doğru uzanan çürük lezyonları oluşmaktadır.⁴

İnsanlığın en eski ve yaygın hastalıklarından biri olan diş çürüğünün; kullanılan döner aletlerin çıkardığı ses, oluşturduğu basınç ve ağrı hissi, hekim korkusu gibi nedenlerle zamanında tedavi edilememesi diş hekimliğinde çözülmesi gereken problemlerden biridir. Diğer tüm hastalıklarda olduğu gibi diş çürüğünde de erken teşhis daha kolay, rahat, aynı zamanda maliyeti daha düşük bir tedavi seçeneğini olarak karşımıza çıkmaktadır.

Geçtiğimiz yüz yıl boyunca Black'in 'korumak için genişletme' kavite prensibi, yerini minimal invaziv yaklaşıma bırakmıştır. Konservatif diş kavitesi hazırlama prensibi; retansiyon ve rezistans formunu sağlamak için minimal diş dokusunun

uzaklaştırılmasını yeterli kılan bonding sistemlerin geliştirilmesiyle birlikte popülerlik kazanmıştır.^{5,6}

Konservatif yaklaşıma göre dentindeki çürük lezyonlarının tedavisinde izlenen yol; çürük lezyonunun ilerlemesini engellemek için dentin dokusundaki enfekte alanların uzaklaştırılması, daha derindeki dokuların korunmasının yanı sıra dayanıklılık ve fonksiyonun devamını sağlamak için restore edilmesi şeklindedir.^{4,7} Geleneksel olarak çürük dokusu, mekanik prensipler kullanılarak döner sistemler, frezler veya keskin kenarlı el aletleri ile uzaklaştırılmaktadır.⁸ Geleneksel yöntemin gereğinden fazla diş sert dokusu uzaklaştırması nedeniyle pulpa yaralanmaları oluşturabildiği bildirilmektedir. Ayrıca ağrı, yüksek ses, preparasyon sırasında oluşan ısı, vibrasyon ve dentin hassasiyeti gibi tedavi süresince hastalara rahatsızlık veren dezavantajları da bulunmaktadır.^{8,9}

Bu dezavantajları önlemek amacıyla geleneksel yöntemlere alternatif oluşturabilecek air-abrazyon, ultrasonik enstrümantasyon, sono-abrazyon, fotoablasyon ve kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerini içeren farklı teknikler geliştirilmiştir.¹⁰ Alternatif çürük uzaklaştırma yöntemleri, geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre daha konservatif bir yaklaşım sergilemekle birlikte yapılan adeziv restorasyonların başarısını arttırmaktadır.¹¹

Günümüze kadar yapılan çalışmalara bakıldığında; geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemlerinin çürük dokusunu uzaklaştırmadaki etkinliğinin birlikte değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça azdır. Bu yöntemlerin çürük uzaklaştırma etkinliklerinin, dentin yapısının kompozisyonu üzerine etkilerinin ve restorasyonlara bağlanma başarısının karşılaştırılması amacıyla yaptığımız çalışmamızdan elde edilecek sonuçlar, çürük dokusunun selektif olarak

uzaklaştırılmasında kullanılabilir en uygun yöntemin belirlenmesine rehberlik edebilir.

Tez çalışmamızın amacı;

- Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin (geleneksel, kemomekanik ve transillüminasyon) çürük uzaklaştırmadaki etkinliğini mikrosertlik testi kullanarak belirlemek,
- Kalan dentin dokusuna kompozit rezinin bağlanma dayanımını tespit edebilmek,
- Grupları temsil eden örnekler üzerinde mineral densitesini ve yüzey analizini gerçekleştirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Çürüğü Etiyolojisi

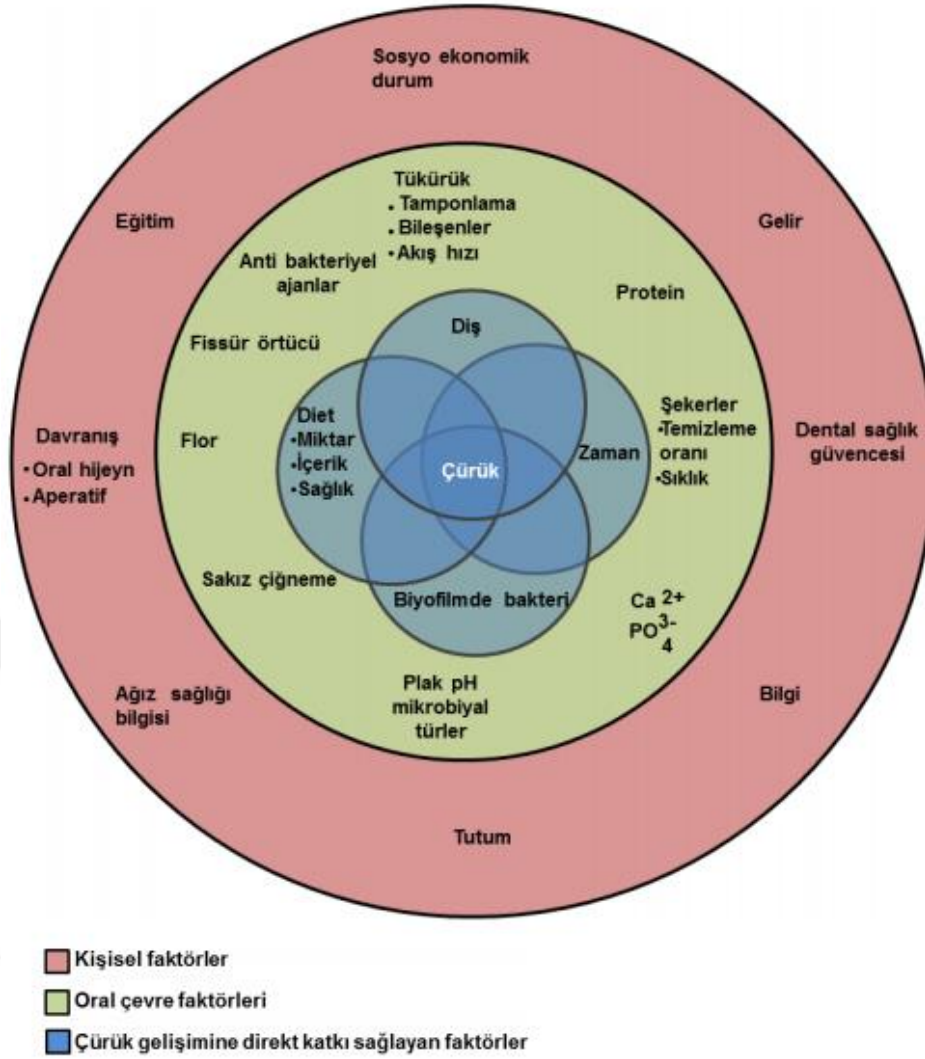
Çürük, bakteri ve bakteri enzimlerince oluşturulan diş sert dokularının demineralizasyonu ve bunu takiben kalsifiye dokuların çözünmesiyle karakterize enfeksiyöz bir hastalık olarak tanımlanmaktadır.^{12, 13}

Diş çürüğü kalsifiye dokuların yıkımı ve lokalize çözünmesiyle sonuçlanan patolojik bir olaydır. Diş çürüğü sadece yeterince asidik ortam üretebilme yeteneği olan çok sayıda bakterinin diş yapısını demineralize etmesiyle oluşur. Diş çürüğü pek çok faktörün bir araya gelmesi ile oluşan bir süreçtir. Çürük oluşumu için karyojenik mikro flora, fermente olabilen karbonhidratlar, plak ve süre etmenlerinin bir araya gelmesi gereklidir. Çürük oluşumu matematiksel olarak şu formül ile ifade edilebilir.^{14, 15}

$$\boxed{\text{Plak x Mikroorganizma x Karbonhidrat x Süre}} = \boxed{\text{ÇÜRÜK}}$$

Asit üretimi

Çürük oluşumundaki etkenler, birbirini kesen 4 daire şeklindeki Venn diagramı ile gösterilebilir.³ (Şekil 2.1.) Çürüğün oluşabilmesi için; bir konak (diş), karyojenik oral flora, bakterilerce fermente edilebilecek besin (karbonhidratlar) ve yeterli süre gereklidir.



Şekil 2.1. Venn Diagramı

2.1.1. Dental Biofilmin Diş Çürüğünün Oluşumuna Etkisi

Çürüğün belirtisi olarak kabul edilen iş sert dokularının lokalize yıkımı sıklıkla lezyon olarak adlandırılmaktadır. Araştırmacılar tarafından diş çürüğünün başlamasının ve ilerlemesinin birçok faktörün etkileşimi sonucunda oluştuğu düşünülse de çürük nedeniyle diş dokularında yıkımın oluşmasındaki ilk gereklilik, diş yüzeyleri üzerinde ağız bakterilerinin biyofilm tabakası yani plak oluşturmalarıdır. Plak; dil, dudak, yanak, tükürük ile mekaniksel olarak temizlenemeyen diş bölgelerinde yerleşen, diş yüzeyine sıkıca yapışan, protein ve polisakkaritlerin oluşturduğu, içerisinde yoğun olarak bakterilerin bulunduğu, su spreyi ile uzaklaştırılmayan organik yığıntılardır.¹⁶ Plak;

asidojenik bakterileri barındırması, oluşan asidin uzun süre diş yüzeyini etkilemesine izin vermesi, ayrıca yapısı dolayısıyla tükürüğün yıkayıcı gücünü ve tamponlayıcı etkisini engellemesi nedeni ile çürük oluşumuna yol açan en önemli etmendir.^{17, 18} Bununla birlikte dental plakla çevrili olduğu halde çürük belirtisi gözlenmiyorsa dişler üzerindeki mikrobiyal birikimin çürük oluşturmak için yeterli olmadığı düşünülebilir.¹⁸

Mikrofloranın bileşimi, fermente olabilen karbonhidratların varlığı ve ağız ortamının asiditesi ile ilişkilidir. Streptokokus mutanslar, laktik asit üretebilme ve ekstraselüler polisakkaritleri sentez ederek dental biofilmin diş adezyonunu artırabilme yeteneğine sahiptirler. Laktobasil ve aktinomiçesler ise kök çürüklerinin ve daha derin lezyonların oluşmasında etkilidirler. Fermente olabilen karbonhidratların tüketiminin artışıyla asit üretebilen bakteri türlerinin sayısı ve plağın asiditesi artmaktadır.¹⁹

2.1.2. Şeker Tüketimi ve Diyetin Diş Çürüğünün Oluşumuna Etkisi

Bireylerin beslenme özellikleri, besin bileşenleri, besin tüketim sıklığı, besinin şekli diş çürüklerinin oluşumunda etkilidir.²⁰ Beslenmede özel önemi olan karbonhidratlar; fizyolojik ve kimyasal yapılarına, sağlık üzerinde etkilerine ve metabolizmalarına göre şekerler (monosakkaritler, disakkaritler), oligosakkaritler ve polisakkaritler olmak üzere 3 grup altında incelenmektedir.²¹

Sükroz, glikoz, fruktoz vb. karbonhidratlar bakteriler tarafından kolaylıkla fermente edilebildiği için çürük yapıcı besinler arasında yer almaktadır. Sükroz (sakkaroz) en karyojenik karbonhidrattır.^{22, 23} Diş çürüğü mine, dentin ve sementi etkilemektedir. Diş çürüklerinin kendi kendilerini sınırlandırma mekanizmaları olmadığından dolayı tedavi edilmezlerse diş sert dokuları tamamıyla kaybedilinceye kadar çürük proçesi ilerleyebilir.¹⁸

Yüksek karyojenik karbonhidratlı diyet, plak bakterileri tarafından metabolize edilerek

asit üretimine sebep olmaktadır. Asitler, mine dokusuna difüze olarak demineralizasyon sürecini başlattıktan sonra gerekli önlemler alınmazsa mine dokusunda daha derin lezyonlar oluşturmaktadır. Diyetin şeker içeriği ile birlikte şekerin alım sıklığı da önemlidir. Asit ataklarına karşı tamponlama yeterli sürede sağlanırsa, asitlerin nötralizasyonları ile demineralizasyon önenebilir.²⁰

2.1.3. Konak Faktörlerinin Diş Çürüğünün Oluşumuna Etkisi

Konak faktörleri, bireylerin diş çürüğüne karşı direncini veya eğilimini belirlemektedir. Dişlerin morfolojisi, pozisyonu, oklüzyonu, dişlerin sürme zamanı, tükürük kompozisyonu gibi konak faktörleri diş çürüğünün oluşumunda bireyler arasında farklılıklara yol açmaktadır.²⁴ Klinik gözlemlere göre, posterior dişlerin pit ve fissürleri düz yüzeylere oranla çürüğe daha yatkın olup, fissürlerin derinliği arttıkça çürük oranı da artmaktadır. Dişlerin çapraşık olması da çürüğü arttıran etkenler arasında yer almaktadır.^{22, 25}

2.1.4. Zaman Faktörünün Diş Çürüğü Oluşumuna Etkisi

Diş çürüğünün oluşabilmesi için gerekli tüm faktörlerin belli bir süre içerisinde bir arada bulunması gereklidir. Bu da diş çürüğünün oluşumunda etkili olan diğer bir faktörün zaman olduğunu ortaya koymaktadır.²⁶

Diş plağının mikrobiyal aktivitesi; diş yüzeyine mikrobiyal yığılma, asidojenik bakterileri barındırması, bu bakterilerin asit üretim oranları, asidürik özellikleri, bakterilerin metabolik faaliyeti sonucu ortaya çıkan asit son ürünleri, bazı bakterilerin (veilonella) asit son ürünlerini kullanabilme özellikleri, ekstrasellüler ve intrasellüler polisakkarit formasyonu gibi etkenlerle çürük oluşumunu etkileyebilir.¹⁴

2.1.5. Diğer Etkenler

Ca, PO₄ ve F'nin diş içerisinde difüze olması ile henüz kavite oluşmamış lezyon içerisindeki kristallerin yeniden tamir olması sonucunda demineralizasyon süreci tersine dönebilir. Bu duruma remineralizasyon adı verilir. Demineralizasyon ve remineralizasyon olayları döngüsel olarak sürekli gerçekleşir. Eğer demineralizasyon süreci baskın hale geçerse çürük ilerler, koruyucu faktörler baskın hale geçerse çürük ilerlemesi durur. Diş çürüğü oluşumunda temel olarak kritik pH, demineralizasyon ve remineralizasyon süreçleri etkilidir.²⁷ Dişlerin morfolojisi, pozisyonu, yapısı, okluzyonu ve sürdükten sonra geçen zaman gibi konak faktörleri diş çürüğü oluşumunu etkileyen faktörlerdendir.²⁴ Diş dizisindeki çapraşıklıklar, ortodontik apareyler ve diş dokusu ile uyumlu olmayan restorasyonlar plak birikimini ve çürük oluşumunu artırmaktadır. Minenin çözünürlüğü, hidroksiapatit kristallerinin tipi, kristallerin birbirine yakınlığı ve boyutu gibi faktörler de çürüğe karşı direnci belirleyen faktörlerdir.²⁸ Çürük için geliştirilen modern yaklaşımlara göre sosyal, davranışsal ve psikolojik faktörler de en az biyolojik faktörler kadar önem taşımaktadır.²⁹ Tükürük özellikleri de çürük sürecini etkileyen konağa bağlı önemli bir faktördür. Çürük önleyici etkisi; tükürüğün pH'sına, akış hızına, antimikrobiyal özelliğine, tamponlama kapasitesine ve immün sistem komponentlerine bağlıdır.^{30, 31}

Bireylerin beslenme özellikleri, besin tüketim sıklığı, besin bileşenleri ve tüketim şekli de diş çürüklerinin oluşumunda etkilidir.²⁰ Besinin yapışkan özellik göstermesi, içeriğindeki koruyucu faktörlerin varlığı (kalsiyum fosfat, flor gibi) ve tüketilen karbonhidratın tipi gibi faktörler de diş çürükleri ile ilişkilidir.^{25, 28, 32} Ayrıca, çürük riskini değiştirebilen etmenler arasında; karyojenik bakteri miktarının fazlalığı, tükürük akışının ve flor kullanımının yetersizliği, fissür örtücü uygulamaları, ortodontik aparey kullanımı, kötü tasarlanmış parsiyel protezler, genetik etkenler, genel sağlık durumu,

kötü oral hijyen, eğitim durumu, sosyo-ekonomik seviyenin düşük olması gibi fiziksel, biyolojik, çevresel, davranışsal faktörler de sayılabilir.³ (Şekil 2.1.)

2.2. Diş Çürüğünün Morfolojisi

Diş Çürüğü;

- En yatkın olarak minenin gelişimsel pit ve fissürlerin girintilerinde,
- Plağı koruyan düz mine yüzeylerinde,
- Kök yüzeylerinde daha kolay başlar ve sıklıkla bu yüzeylerde görülür.¹⁷

Pit ve fissürlerin şekli, onların çürüğe yatkınlığına katkıda bulunur. V, U, I ve ampul şeklinde fissür tipleri vardır. Fissürler plak retansiyonuna olanak sağlayan bölgelerdir. Fissürlerin tabanında mine dokusunun kalınlığı da azalmaktadır. Ayrıca fissürün tabanında, mine dokusunun yapısı da normalden farklıdır. Bu da diş çürüğünün daha kolay başlamasına neden olabilir.^{33, 34}

Düz mine yüzeyleri genellikle plak retansiyonuna pek uygun değildir. Ancak proksimal kontakların altı veya diş eti yakınındaki düz yüzeyler plak formasyonu için uygun yerlerdir. Proksimal yüzeyler, proksimal kontak alanları, kalıcı plağa ek bir barınma alanı sağlayarak çürüğe daha yatkındır. Düz mine yüzeylerinde başlayan diş çürükleri, geniş orijin alanlı ve mine dentin sınırına doğru konik veya sivri uzantılıdır. Çürük, mine dentin sınırına girdikten sonra dentinin yumuşaması ile birlikte hızlı bir şekilde laterale ve pulpaya doğru yayılır.^{34, 35}

2.2.1. Mine Çürüğü

Çürüğe yatkın kişilerde yoğun plak birikimi görülür. Mine lezyonlarının üzerindeki dental plak uzaklaştırılmadığı zaman çürük hızla alt tabakalara doğru ilerlemektedir. Minedeki yıkımın ilerleyerek kavitenin dereceli olarak büyümesi, bakterilerin asit üretimi ve çiğneme yüzeylerinin dikkatsizce sondlanması ile mekanik mikrotravmalar sonucunda oluşmaktadır.³⁶

Temiz ve kuru bir dişte düz mine yüzeyinde çürüğün en erken kanıtı white spot (beyaz leke) lezyondur. Dişlerin bukkal veya lingual-palatinal yüzeylerinde tebeşirimsi beyaz renkte görülen ve beyaz nokta lezyonları olarak adlandırılan bu lokalize alanların varlığı çürük nedeniyle yıkımın başladığını göstermektedir. Sadece dişin yüzeyi kurutulduğu zaman ortaya çıkan bu beyaz tebeşirimsi lezyonlar başlangıç çürüğü olarak adlandırılır.³⁴ Bu mine alanları demineralizasyon nedeniyle aşırı yüzey altı porözitesi sebebiyle saydamlığını kaybeder.³⁷

Sondla uzaklaştırılabilen, yumuşak tebeşirimsi mine, aktif çürüğün habercisidir. Başlangıç lezyonları, proksimal düz yüzeylerde de oluşur ancak çoğunlukla gözle veya sond ile muayene sonucu teşhis edilemezler. Radyolojik muayenede zayıf bir radyolusensi gösterebilirler ve yüzeyel mine ile sınırlıdır. Proksimal lezyon radyolojik olarak açıkça görülüyor ise çürük ilerlemiş ve dentinin altındaki kısım da histolojik değişime uğramış olabilir.³⁸

2.2.1.1. Mine Çürüğünün Tabakaları

Mine yüzeyinden dentine doğru mine çürüğü incelendiğinde dört tabaka ayırt edilir:

A) Yüzeyel Tabaka: Mine çürüğünün en dışında, hipermineralize halde bulunan kısımdır. Bu tabaka başlangıçta çürükten etkilenmemiş görünür. Gerek minedeki beyaz lekelerin, gerek yapay olarak hazırlanan çürüklerin en dış yüzeylerinde normal mineden daha sert ve çözünmesi zor bir tabaka şeklinde bulunmaktadır. Bu tabaka iyon difüzyonuna karşı çok geçirgendir. Hem dış kısımdan remineralizasyon ile, hem de alttaki çürük içinden yıkılan yapıların birikmesi sonucu oluşur.³⁹ Yüzeyel tabakanın mekanik olarak uzaklaştırıldığı durumlarda remineralizasyon seçeneği ortadan kalkar ve restoratif yaklaşımlar tek tedavi alternatifi olur. Yüzeyde demineralize olmuş bazı kısımlar tükürükten gelen kalsiyum ve fosfat iyonlarının etkisi ile yeniden remineralize

olarak dikalsiyum fosfat dihidrat şeklinde yeniden çökelirler. Remineralizasyona florür iyonları da yardımcıdır.⁴⁰ Asit ortamda bu durum denge hali oluşana kadar devam eder. Mine yüzeyinde oluşan bu kristal yapısı, bir tamir olayı sonucunda oluştuğu için normal minenin yapısından farklıdır. Sağlıklı mine dokusu ile kıyaslandığında, yüzeyel tabakanın geçirgenliğinin arttığı gözlenmiştir. Yüzeyel tabaka geçirgen olsa da bakterilerin daha derin dokulara penetrasyonunu engeller. Bu tabakanın kalınlığı 20-100 mikrondur. Kimyasal yapısı değerlendirildiğinde ise %5 civarı bir mineral kaybı olduğu gözlenmektedir.^{40, 41} Radyografide sağlam diş dokularına benzer radyolojik özellikler gösterebilmektedir.

B) Lezyon Gövdesi: Yüzeyel tabakanın altında yer alan mine çürüğünün en büyük tabakasıdır. Derine gittikçe daralan bu bölgede retzius çizgileri belirgin ve genişlemiş olup büyük molekülleri alacak kadar pöröz yapıdadır. Bu tabakada, birbirinden ayrı çok sayıda demineralizasyon merkezi ile birlikte, yer yer iyi mineralize olmuş kısımlar bulunduğu karma bir yapıya sahiptir. Normal mineye göre hacim bakımından % 24'lük bir mineral kaybı söz konusudur.⁴² Çürüğün gövdesi, mikroskopta incelendiğinde mineye göre saydam görünürken, radyografide radyolusent görünür.⁴³

C) Karanlık Tabaka: Çürük gövdesinin hemen altında değişik genişlikte bir bant gibi bulunur. Yoğun kahverengi bir görünümü olduğundan ve polarize ışığı geçirmediği için bu tabakaya karanlık tabaka denmiştir. Daimi dişlerin % 85- 90, süt dişlerinin % 85'indeki mine çürüklerinde bu tabaka vardır. Çürük hızlı ilerlerse ince, yavaş ilerlerse kalın ve belirgin olur. Farklı büyüklükte mikroporlardan oluşur. Çürük gövdesinde nispeten geniş olan porların, karanlık tabakada mikropor halinde bulunması demineralizasyonun basit bir olay olmadığını gösterir. Mikroporlar, geniş porların içine madde birikimi ile yani remineralizasyon ile oluşur.⁴⁴

D) Saydam Tabaka: Mine çürüğünün en alt kısmında yer alan sağlıklı mineden farklı yapısal özellikler gösteren ilk tabakadır. İlerleyen mine çürüğünde ilk belirti saydam tabakanın oluşumudur. Saydam tabaka normal mineden on kez daha pörözdür. Geniş boşluklarla birlikte mikroporlar da bulunur. Geniş porlara daha çok prizma çeperlerinde rastlanır ve mineral azalmasından dolayı ortaya çıkarlar. Bu bölgede ortalama % 1-2 mineral kaybı vardır. Prizma ara maddesi, retzius çizgileri, prizmaların enine çizgileri ya tamamıyla yok olmuş ya da normal mineye göre çok azalmıştır.⁴⁵

2.2.2. Dentin Çürüğü

Sağlıklı dişlerde dentin dokusu, tükürük ile dolayısıyla mikroorganizmalar ile temas halinde değildir. Bu nedenle mine çürüğünün ilerleyerek dentine ulaşması veya periodontal harabiyet sonrası açığa çıkan dentin dokusunda çürük gözlenebilmektedir. Dentinin yapısal özelliklerinin mineden farklı oluşu nedeniyle dentin çürüğünün seyri, mine çürüğüne göre daha farklı ve komplekstir. Mine diş germinin ektodermal komponentinden köken alırken, pulpa ve dentinal organ mezenkimal komponentten köken almaktadır. Mine avasküler ve asellüler yapıdadır, hasarlara cevap veremez. Dentin dokusunda, odontoblastlar pulpa-dentin organının iç kısmını oluştururlar ve vital dokulardır. Ayrıca bu dokular dış uyaranlara karşı spesifik cevaplar verebilmektedir. Minenin mikropöröz yapısı nedeniyle ağız boşluğunda oluşan uyaranlar dentin ve pulpaya iletilebilir.³⁶ Dentin daha az mineral içerir, asitlerin girişi ve minerallerin çıkışı için yol oluşturan mikroskobik kanallara sahiptir. Mine dentin sınırı, çürüğe karşı en düşük dirence sahip bölgedir. Çürük mineye penetre olduğunda hızlı bir şekilde yayılmaya izin verir. Çürük dentinde mineral içeriğinin azlığı ve asit ataklarına karşı daha dirençsiz oluşu nedeniyle mineye göre daha hızlı ilerler. Çürük, dentinde ağrı, duyarlılık, demineralizasyon ve remineralizasyon gibi farklı tepkiler oluşturabilir.¹⁴

Pulpa dentin kompleksi, çürük ataklarına karşı remineralizasyonu başlatarak, açık kanalları bloke ederek karşı koyar. Tübüler sklerozis adı verilen bu reaksiyon, odontoblastik aktivite ve demineralizasyon/remineralizasyon sürecinden kaynaklanır.⁴⁶

Dentinin bakterilerle kontamine olması ve proteolitik enzimler ve asit aktivasyonu, dentinin en dıştaki tabakasının bütünlüğünün bozulmasına neden olmaktadır. Bu tabakanın altında bakterilerin dentin tübüllerine invazyonuna sıklıkla rastlanmaktadır. Yoğun çürük aktivitesi sonucunda oluşan hızlı ilerleyen çürük lezyonlarına yanıt olarak tübüler sklerozis oluşmaması odontoblastların dejenerasyonuna ya da ölmesine sebep olmaktadır. Bu ölen kısımlar boş kanallardır ve ölü alanlar (dead tracts) olarak adlandırılırlar.^{36, 47}

Pulpa yüksek asit düzeylerinden ya da odontoblastların yerini alan sekonder odontoblastlar nedeniyle bakteri enzim ürünlerinden etkilenebilir. Bu hücreler pulpa odası duvarının etkilenmiş bölümünde reperatif dentin (reaksiyonel dentin) üretirler. Bu dentin, primer odontoblastlar tarafından dişin yaşamı boyunca oluşan normal dentinden oldukça farklıdır. Reperatif dentinin yapısı, uyarının şiddetine bağlı olarak iyi organize tübüler dentinden (daha az sık), çok düzensiz tübüler dentine (daha sık) değişiklik gösterir. Dentin tamirinde önemli bir adım olan reperatif dentin oluşumu, kanallar vasıtasıyla oluşan difüzyona karşı etkin bir bariyer görevi yapar.⁴⁸

2.2.2.1. Dentin Çürüğünün Tabakaları

Çürük dentinde mine-dentin sınırından pulpaya doğru beş farklı tabaka tanımlanmıştır. (Tablo 2.1) Bu tabakalar en iyi yavaş ilerleyen çürüklerde izlenebilir.

Tablo 2.1. Dentin Çürüğü Tabakaları

Konservatif diş tedavisi Bayırlı G, Şirin Ş, 1992, İst ¹³	Diş Çürükleri Koray F,1981 ist ¹⁵	Sturdevant s Art and science of Operative Dentistry ⁴⁹
Yumuşama Bölgesi	Yumuşama Bölgesi	Enfekte dentin
Bakteri Hücum Bölgesi	Bakterilerden zengin bölge	Bulanık dentin
Deminerlizasyon Bölgesi	Bakterilerden fakir bölge	Saydam (transparant) dentin
Saydam Dentin Bölgesi	Saydam (transparant) bölge	Yarı transparant dentin
Yağ Dejenerasyon Bölgesi	Sklerotik dentin bölgesi	Normal dentin

A) Enfekte Dentin: Dentin çürüğünün en dıştaki enfekte olmuş ve bakterilerle dolmuş tabakasını oluşturur. Bu nekrotik tabakada dentin tümüyle harap olmuştur, kollagen ve mineral yoktur. Islak, mantar gibi kolaylıkla kaviteden uzaklaştırılabilen bir kitle görüntüsündedir. Bu tabakada mine prizmalarının artıkları, dentin kalıntıları, ağız epitelinde ayrılmış kısımlar, yağ kürecikleri, lökositler ve bol miktarda mikroorganizma bulunur. Dentinin hidroksiapatit kristalleri tümüyle harap olmuş ve organik kısmı da enzimlerin etkisiyle parçalanmıştır. Çürüğün yayılmasının engellenmesi ve başarılı bir tedavi için bu bölgenin tamamen kaldırılması zorunludur.⁵⁰

51

B) Turbid (Bulanık) Dentin: Bakteri invazyonunun olduğu tabakadır. Dentin kanallarının içerisinde bakteriler çoğalarak koloniler oluştururlar ve kanalın genişlemesine neden olurlar. Genişleyen bu kısım bakteriler ve artıklarla doludur, sıvı içermez. Yıkım ilerledikçe kanal duvarı harap olarak bitişiğindeki intertübüler dentine açılır. Komşu kanallar birleşerek patolojik boşluklar oluştururlar. Bu tabakadaki dentin kendini tamir edemez, remineralize olamaz ve restorasyon öncesi muhakkak uzaklaştırılmalıdır.^{50, 51}

C) Saydam (Transparant) Dentin: Dentin çürüğünün normal dentinden daha yumuşak olan tabakasıdır. İntertübüler dentinde mineral kaybı vardır ve kanal

lümenlerinde çok sayıda büyük kristal oluşmuştur. Bu bölgenin uyarılması ağrı oluşturur. Bakteri varlığı söz konusu değildir. Organik asitlerin minerallere ve dentinin organik içeriğine hücumuna rağmen bu tabakada çapraz bağlı kollagen sağlam kalmıştır. Bu sağlam kollagen intertübüler dentinin remineralizasyonu için kalıp olarak görev yapabilir. Pulpa canlılığının devamında etkili olan bu tabakanın kendini onarabilme kapasitesi vardır.^{50, 51}

D) Yarı Transparant Dentin: İntertübüler dentinin demineralizasyonun ve kanal lümeninde ince kristallerin oluşmaya başladığı tabakadır. Odontoblast uzantıları zarar görebilir. Ancak bu tabakada bakteri bulunmaz. Dentinin uyarılması ağrı oluşturur. Bu tabakadaki dentinin remineralizasyon yeteneği vardır.^{50, 51}

E) Normal Dentin: Lümeninde hiç kristal içermeyen ve düzgün odontoblast uzantılı kanallara sahip en derindeki normal dentindir. İntertübüler dentin normal yoğunlukta apatit kristallerine ve çapraz bağlı kollagenlere sahiptir. Kanallarda bakteri yoktur. Dentinin uyarılması keskin bir ağrıya neden olur.^{50, 51}

2.3. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri

Çürük dentin tedavisinde günümüze kadar pek çok teknik kullanılmıştır. Çürük dentinin uzaklaştırılması ile ilgili teknikler, 1893 yılında Black'in operatif dişhekimliğinde çürük lezyonlarının tedavisinde 'koruma amacıyla genişletme' ilkesini önermesiyle geliştirilmiştir. G.V. Black, dişlerdeki oklüzal fissürler ve aproksimal temas noktaları gibi anatomik olarak plak birikimine elverişli sağlam diş yapılarının uzaklaştırılmasının çürük oluşumunu ve ilerlemesini azaltacağını ileri sürmüştür.^{52, 53} Yapılan güncel çalışmalar ve deneysel araştırmalar sonucunda; diş çürüğü patolojisi ve dişlerin doğal savunma mekanizmaları hakkında yeni bilgilerin elde edilmesinin yanı sıra adeziv restoratif materyallerin, minimal invaziv preparasyon tekniklerinin geliştirilmesi, Black prensiplerinin geçerliliğini yitirmesine neden olmuştur.⁵³

Günümüzde diş sert dokularını uzaklaştırmada kullanılan pek çok teknik bulunmaktadır. (Tablo 2.2.)^{54, 55} Demineralize dentin dokusu bu yöntemlerden bazıları ile sağlam diş sert dokularına zarar vermeden uzaklaştırılabilmektedir. Bununla birlikte bazı teknikler yumuşak dentin dokusunu uzaklaştırmada başarılı olamamıştır. İdeal bir çürük uzaklaştırma yöntemi, hem klinisyeni hem de hastayı memnun edecek bazı özellikler taşımalıdır. İdeal bir çürük uzaklaştırma yönteminden beklenen özellikler;

- Klinikte kullanımı kolay ve konforlu olmalı,
- Çürük dokusunu sağlam dokudan ayırabilmeli,
- Sadece çürük dokuyu uzaklaştırmalı,
- Kullanımı sırasında minimum basınç gerektirmeli ve ağrı oluşturmamalı,
- Kullanımı sırasında vibrasyon ve ısı artışına neden olmamalı,
- Bakımı kolay ve ucuz olmalı şeklinde sıralanabilir.⁵⁴

Tablo 2.2. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri⁵⁴

Yöntem	Teknik
Mekanik Döner Aletler	Angldruva ve Frezler
Diğer Mekanik Yöntemler	Ekskavatör Air-Abrazyon Ultrasonik Enstrümantasyon Sono-Abrazyon
Kemomekanik Yöntemler	Carisolv Caridex Enzimler
Fotoablasyon Yöntemi	Lazer Cihazları

2.3.1. Mekanik Döner Aletler

Döner enstrümanların ve dental frezlerin kullanımıyla yapılan çürük uzaklaştırma yöntemi geliştirilmiş olan ilk mekanik yöntemdir.⁵⁶ Çürük dokusunun mekanik döner aletler ile kısa sürede etkin olarak uzaklaştırıldığı rapor edilmesiyle beraber yöntemin bazı dezavantajları vardır. Objektif bir değerlendirme kriteri bulunmaması nedeniyle preparasyon sırasında uzaklaştırılması gereken dentin miktarının belirlenmesini güçleştirmektedir. Mekanik preparasyonun sıklıkla rahatsızlık hissi ve ağrı oluşturması nedeniyle genellikle lokal anesteziye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca kavite derinliği, preparasyon süresi, basınç, ısı, hız gibi faktörler de pulpa vitalitesini olumsuz etkileyebilmektedir.^{56,57}

2.3.1.1. Döner Enstrümanlar

Diş hekimliğinde elektrik motoru enerji kaynağı olarak ilk defa 1874 yılında kullanılmış ve 1914 yılında dental ünite monte edilmiştir.⁵⁸ 1946 yılına kadar hızı 5000 rpm olan döner enstrümanlar kavite preparasyonlarında kullanılmıştır. Bu dönemde mine dokusunun etkin bir şekilde uzaklaştırılması sağlanamamıştır. 1950 yılında döner enstrümanların hızları 60.000 rpm'e kadar ulaşmıştır. Başlangıçta su basıncı ile kullanılan bu aletler daha sonra hava basıncı ile kullanılmıştır. 1955'ten bu yana soğutma ve temizleme sağlayan yüksek hızda döner enstrümanlara kavite preparasyonu sırasında görselliği artıran, çalışılan sahanın aydınlatılmasını sağlayan fiber optik ışık sistemler eklenmiştir.^{59,60}

Döner enstrümanların hızı enstrümanın bir dakikadaki tur sayısının ölçülmesi ile belirlenir (rpm). Döner enstrümanlar hızlarına göre; düşük veya çok düşük hızda olanlar (12.000 rpm'in altında), orta hızda olanlar (12.000-200.000 rpm), yüksek veya çok yüksek hızda olanlar (200.000 rpm'in üzerinde) olarak sınıflandırılmıştır.⁵⁹

Geleneksel yöntemle çürüğün uzaklaştırılarak kavite hazırlanması sırasında çürük lezyonuna girişi sağlamak amacıyla minede yüksek hızda dönen aletler kullanılmaktadır. Kaviteleerin açılmasında yüksek hızda dönen aletlerin kullanımının, dokunma hissinde azalmaya neden olacağı ve buna bağlı olarak diş dokusunda aşırı madde kaybına sebep olabileceği belirtilmiştir.^{7, 54, 59} Düşük hızdaki enstrümanların sağlam dokuları etkin olarak uzaklaştıramaması, yöntemin zaman alıcı oluşu ve hekimin uygulama sırasında yüksek bir kuvvet uygulaması gerektirmesi gibi olumsuz yönleri bulunmaktadır. Sonuç olarak operasyon alanında ısı artışı ve vibrasyon oluşmaktadır. Bununla birlikte düşük hızda dönen enstrümanlardan dişlerin temizlenmesinde, çürük dokusunun uzaklaştırılmasında ve restorasyonların bitim ve polisaj işlemlerinde faydalanılmaktadır. Bu enstrümanlar ile çalışılan bölgelerden dokunma hissi alınabilmektedir ve kullanımları sırasında diş yüzeylerinin aşırı derecede ısınması gibi problemlere rastlanılmamaktadır.^{54, 61}

2.3.1.2. Dental Frezler

Diş hekimliğinde dönerek kesme işlemi yapan tüm enstrümanları tanımlamak amacıyla frez terimi kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde kullanılmış olan ilk frezler el yapımıdır. Bu frezlerin standart bir boyutu ve performansı yoktur. Günümüzdeki frezlerin şekli, boyutu ve ismi 1981 yılında üretilmiş olan ilk prefabrik frezlere dayanmaktadır. İlk üretilen frezler çelik frezlerdir. Çelik frezler, insan dentinini düşük hızlarda uzaklaştırabilmektedirler.⁵⁹ Fakat yüksek hızda dönen enstrümanlarla birlikte kullanıldığında veya mine dokusunda preparasyon yapılırken hızla körelmektedirler. Frezlerin körelmesi, kesme etkinliğinin azalmasına, ısı ve vibrasyonun artışına neden olmaktadır.^{62, 63}

1947 yılında piyasaya sürülen karbit frezler, son zamanlarda çelik frezlerin yerini almaya başlamıştır. Karbit frezlerin performansı çelik frezlerden daha iyidir. Çelik

frezlere oranla daha az körelirler ve yüksek hızda dönen enstrümanlarla birlikte kullanılabilirler. Karbit çelikten daha sert ve kuvvetli bir materyal olmasına rağmen daha kırılığandır. Karbit frez sapı ani bir darbe karşısında çabucak kırılabilir. Karbit frezlerin kullanımı sırasında çelik frezlere göre daha az vibrasyon oluşmaktadır.⁵⁹

Polimer frezler; 2000'li yılların başında Boston⁶⁴ tarafından tanıtılmıştır. Yumuşak polyamide/imide polimer materyalinden yapılmıştır. Çürük dentinden sert, sağlıklı dentinden yumuşaktır oluşu nedeniyle sadece enfekte dentini uzaklaştırabilmektedir. Polimer materyallerinin Knoop sertlikleri 50 olup bu değer; yumuşak çürüklü dentinin sertlik değerinden daha fazla olup (Knoop sertlik 0-30) sağlıklı dentinden (Knoop sertlik 70-90) daha yumuşaktır.⁶⁵ Bu nedenle polimer frez ile çürük doku uzaklaştırırken frez aşınmadan kalırken sağlıklı dokuya gelince aşınır. Tek kullanımlık bir frez olup düşük devirli turla kullanılması ve vibrasyonu azaltması nedeniyle çürük uzaklaştırma işlemi esnasında dişin aşırı ısınmasını engeller. Çürük uzaklaştırılırken lezyonun orta kısmından başlanır ve periferik doğru hareket edilir. Çürük uzaklaştırmada, karbit frezlerden daha az efektif bir frez türüdür. Bu amaçla üretilen SmartPrep® (SS White, Lakeland, ABD) tek kullanımlık frez benzeri enstrümanlar olup sertlikleri sağlıklı dentinden daha azdır. Çürükten etkilenmiş dentinle karşılaşmaya kadar kesme etkinliğini selektif olarak koruyarak sadece çürük dentini uzaklaştırmak için dizayn edilmiştir.^{65,66}

Son zamanlarda özel olarak zirkonya ile stabilize edilmiş alümina bazlı seramik frezler (ZrO_2 : 76%; Al_2O_3 : 20%; Y_2O_3 : 4%) piyasaya sunulmuştur. CeraBur enstrümanları (CeraBur, Komet Dental, Lemgo/Almanya); konvansiyonel rond frezlere benzemektedir ve uluslararası standardizasyon organizasyonu (ISO) tarafından belirlenen dört farklı boyutta (010, 014, 018 ve 023) üretilmiştir. Konvansiyonel rond

frezlere benzer şekilde, CeraBur enstrümanları yavaş dönen el aletleri ile 1.000 min⁻¹-1.500 min⁻¹ arasında hızda kullanılmaktadır. Optimal kesme yeterlilikleri, pürüzsüz ve iyi operasyon alanı sağlamaları ve korozyona uğramamaları avantajları arasındadır. Seramik frezlerin çürük dentinde yüksek kesme yeteneği bulunmasına rağmen sağlam, sert diş dokusundan minimal kayıp oluşturmaktadır.⁶⁷

2.3.2. Diğer Mekanik Yöntemler

Diş çürüğünün el aletleriyle ve anestezi gerektirmeden temizlenebilmesinin diş hekimliğinde önemli bir gelişme olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte çürüğün uzaklaştırılmasında el aletlerinin kullanılması, hekimin fiziksel olarak kuvvet uygulamasını gerektirmektedir.⁵⁹ Ayrıca anestezi yapılmadan çürük dokusu uzaklaştırılırken hastanın ağrı duymasını önlemek için dikkatli çalışılmalıdır. Çürük uzaklaştırmak amacıyla diğer mekanik yöntemlerin uygulanmasının en önemli avantajı, lokal anestezi gerektirmeden çürüğün uzaklaştırılabilmesidir. Geleneksel olarak frezlerle çürük dokusunun uzaklaştırılması yöntemine göre daha çok zaman gerektirmesi dezavantajlar arasında sayılabilir.⁶²

2.3.2.1. Ekskavatörler

Ekskavatörler çürüğün uzaklaştırılmasında ve preparasyonların iç kısımlarının düzenlenmesinde kullanılan el aletleridir. Balta, çapa, kaşık şekilli ve açılı olmak üzere dört tip ekskavatör bulunmaktadır. Balta ve çapa şekilli ekskavatörler ile açılı ekskavatörler, çoğunlukla kavite preparasyon işlemlerinde, kavite duvarlarının düzeltilmesi, internal çizgi açılarının oluşturulması ve bizotaj yapılması amacıyla kullanılırlar. Kaşık şekilli ekskavatörlerden ise çürüğün uzaklaştırılmasında ve amalgam restorasyonların bitim aşamasında carving işleminde yararlanılır.⁵⁹ Ekskavatörler çürük dokuyu frezlere oranla daha hassas dokunma duygusu hissi ile uzaklaştırmayı sağlamaktadır.⁵⁴

2.3.2.2. Air-Abrazyon

İlk olarak Black tarafından 1945'te tanımlanan air-abrazyonun temel prensibi; yüksek ivmeli hava basıncı tarafından hareketlendirilen, keskin odağa sahip çok küçük alüminyum oksit (Al_2O_3) partiküllerinin kinetik enerjisinden yararlanılmasıdır. Yüksek hava basıncı ile püskürtülen partiküller diş yüzeyine çarparak diş sert dokularının hızla uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.^{68, 69} Partikül büyüklüğü yaklaşık 27.5 μ olan alüminyum oksit, toksik olmaması, stabil ve ucuz olması nedeniyle air-abrazyonla birlikte kullanılan en ideal abrazyon olarak görülmüştür.⁷⁰

Air-abrazyon restoratif diş hekimliğinde minimal kavite hazırlanması, koruyucu rezin restorasyonlar veya fissür örtücü yerleştirilmesi, kron hazırlanması, diş lekelerinin ve diş taşlarının uzaklaştırılması gibi amaçlarla kullanılmaktadır.⁷¹⁻⁷³

Kavite sınırlarının planlanamaması, kavite kenar ve köşelerinin tamamen aşındırılmaması, mekanik özellikleri yüksek eski dolguların uzaklaştırılmasında başarısız olması, dokunma duyusunun tamamen kaybolması sonucu gereğinden fazla diş sert dokusu kaybı oluşturabilmesi, hem diş hekiminin hem de hastanın gözlerinin ve solunum sistemlerinin partiküllerden olumsuz etkilenebilmesi air-abrazyon yönteminin dezavantajları arasındadır.^{72, 74}

2.3.2.3. Ultrasonik Enstrümantasyon

Nielsen ve arkadaşları 1950 yılında, diş sert dokusunu kesmek için ultrasonik aletlerin kullanılabileceğini bildirmişlerdir.⁷⁵ Bu teknikte, yoğun Al_2O_3 ve sulu pomza kullanılarak diş dokusunun uzaklaştırılması sağlanmaktadır.⁷⁶ Bu cihazların diş sert dokularını uzaklaştırmada kullanımının ses, vibrasyon, ısı ve basınç artışı gibi sorunları azalttığı ya da ortadan kaldırdığı bildirilmektedir. Ancak döner aletlere benzer şekilde pulpa dokusunu etkilediği ifade edilmiştir.^{56, 77}

Diş sert dokularının ve çürük dentinin derin tabakasının kolaylıkla uzaklaştırılabilmesi fakat yumuşak çürük dentinin uzaklaştırılamaması, kullanılan aletin aşındırıcı pomzaya bağlı olarak görüş alanını zayıflatması, bakım problemleri ve alet uçlarının kullanımının sınırlı olması dezavantajdır.⁵⁴

2.3.2.4. Sono-Abrazyon

Son zamanlarda hem anterior hem de posterior dişlerin aproksimalinde görülen küçük kavitelerin preparasyonları ve minimal kavite hazırlanması işlemleri için yüksek frekanslı, sonik ve modifiye aşındırıcı uçlara sahip sono-abrazyon olarak bilinen teknik geliştirilmiştir.⁵⁴

Sono-abrazyon olarak bilinen teknikte kullanılan cihazın uçları oval şekillidir. Uçlar elmas ile kaplanmıştır ve 40 µm grenli elmas içermektedir. Soğutma, akış hızı 20-30 mL/dk olan su ile sağlanmaktadır. Cihaz ile birlikte kullanılan üç farklı tipte uç bulunmaktadır: Uçlar torpedo şekilli, küçük yarımküre şekilli ve büyük yarımküre şekilli olabilmektedir. Uçlardan uygulanan tork kuvveti 2 N olmalıdır. Uçlardan uygulanan basınç artarsa titreşimin azalması nedeniyle cihazın kesme etkinliği azalmaktadır.⁵⁴

Farklı uçlar ile kullanılan bu tekniğin kavite preparasyonunun bitim aşamasında, sert dokuların uzaklaştırılmasında ve kavite dış formunun oluşturulmasında kullanımı tavsiye edilmektedir. Ayrıca sono-abrazyon kullanılarak yapılan laboratuvar çalışmalarında; ultrasonik teknikten farklı olarak, yumuşamış çürük dentini uzaklaştırmada başarılı olduğu saptanmıştır.⁵⁴ Banerjee ve ark.⁷⁸ laboratuvar çalışmalarında, yumuşak dentin çürüğünü uzaklaştırmada sono-abrazyon yöntemini kullanmışlar ve gelecekte bu tekniğin kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir.

2.3.3. Kemomekanik Yöntem

Dönen enstrümanlarla çürük dokusunun uzaklaştırılması sırasında oluşan ağrı hissini ortadan kaldırmak için sıklıkla lokal anestezi uygulamasına ihtiyaç duyulmaktadır. Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi ağrı ve anestezi gereksinimi gibi istenmeyen durumların üstesinden gelmek amacıyla geliştirilmiştir.^{79, 80, 81}

Kemomekanik yöntem ile diş çürüğünün uzaklaştırılması için günümüze kadar birçok materyal kullanılmıştır. İlk olarak 1975 yılında Habib ve arkadaşları⁸², çürük uzaklaştırmak amacıyla %5'lik sodyum hipoklorit kullanmışlardır. %5'lik sodyum hipokloritin toksik olması ve çevredeki sağlam diş sert dokuları açısından zararlı etkilerinin bulunması nedeniyle yeni bir solüsyon geliştirilmiştir. GK-101 (N-monokloroglisin) olarak bilinen bu yeni ajan % 5'lik sodyum hipoklorite sodyum hidroksit, sodyum klorür ve glisin eklenerek oluşturulmuştur.⁸³ GK-101 çürük dentini selektif olarak yumuşatmakta ve sağlam diş yapısının korunmasına olanak sağlamaktadır. Uygulanması sırasında anestezi gerektirmemekte ve ağrı hissi minimal düzeyde olmaktadır. Geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında çürük dokunun uzaklaştırılması daha uzun zaman almaktadır.⁸⁴ GK-101 ajanı ile birlikte geleneksel preparasyon yöntemlerinin de kullanılması gerektiğinden dolayı materyalin çürük uzaklaştırmadaki kullanımını sınırlı kalmıştır.⁸⁵

GK-101 ajanındaki glisinin aminobütiratla yer değiştirmesi sonucu Caridex (GK-101E, N-monokloro D,L aminobütirat) olarak bilinen kemomekanik ajan piyasaya sürülmüştür.⁸³ Caridex, çürük dentindeki kollageninin yıkımını sağlayarak çürük dokunun kolaylıkla uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Fakat pahalı olması, çürük lezyonunun tamamen uzaklaştırılabilmesi için kuvvetlice kazıma yapılması gerekliliği⁸⁶, bir seferde kullanılan solüsyon miktarının fazla olması, özellikle küçük kavitelere

uygulama güçlüğü ve raf ömrünün kısa olması gibi nedenler bu ajanın klinikte kullanımını sınırlandırmıştır.⁸⁷

Kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırmak için geliştirilen diğer bir ajan kloraminlerdir.⁸⁰ Kloraminler, klorür ve amonyak arasındaki reaksiyon sonucunda oluşmaktadırlar. Kloraminlerin bakterisit ve dezenfektan özellikleri bulunmaktadır.⁸⁸ Kloraminler kimyasal olarak çürüğün uzaklaştırılmasında da kullanılmaktadır. Çürük dentindeki kısmen bozulmuş kollajenin klorlanması neden olarak kollajenin yapısındaki hidrojen bağlarını koparmak suretiyle çürük dokularının uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır. Kloraminlerin ve amino asitlerin uygulanması çürük dentinin dış tabakasını etkilemektedir.^{80, 89}

Günümüzde dental marketteki yerini halen korumakta olan Carisolv (Mediteam, İsveç) adlı materyal 1989 yılında geliştirilmiştir.⁹⁰ Carisolv'ün diğer kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarından en önemli farkı, yapısında amino bütirik asit yerine lösin, lizin ve glutamik asitten oluşan üç amino asit bulundurmasıdır. Amino asitler ve sodyum hipoklorit, kullanımdan önce eşit miktarlarda oda sıcaklığında karıştırılarak çürük dokusuna uygulanmaktadır.⁵⁴ Jel ve likitin karıştırılması, üç amino asitin klorüre bağlanmasına ve kloraminlerin oluşmasına neden olmaktadır. Karıştırılmış olan solüsyonun pH'sı yaklaşık 11 civarındadır.⁹¹ Sodyum hipoklorit, kuvvetli kimyasal etkisine bağlı olarak nekrotik olmayan dokuları da parçalayabilmektedir.⁹² Jel ve sıvı karıştırıldığında, aminoasitler sodyum hipoklorit ile reaksiyona girerek klora bağlanarak yüksek pH'ya sahip mono-di kloraminleri oluşturmaktadır. Böylelikle hipokloritin nekrotik olmayan dokuları da parçalayabilmesi şeklindeki yan etkisi azaltılarak, materyalin etkisinin özellikle denatüre proteinlere ve kollajenlere yönlenebileceği belirtilmiştir.⁹³

Demineralize olmuş enfekte çürük dentinde yıkıma uğramış kollajen kloraminler tarafından daha da yıkılarak çürük dentinin üst tabakasında selektif bir yumuşamaya neden olurlar. Jelin pH'sının 11 olması nedeniyle, sağlam dentinde herhangi bir olumsuz değişiklik oluşmazken sadece organik kısmın etkilenecek ortamdan kolaylıkla uzaklaştırılması gerçekleştirilebilir. Demineralize dentinin pöröz yapısı da Carisolv'un dentine penetre olmasını kolaylaştırmaktadır.⁹⁴⁻⁹⁶

Carisolv sistem içinde yer alan keskin köşeli, kesme açılı körleştirilmiş künt kenarlı, farklı boyut ve şekillerdeki el aletleri sayesinde kavite preparasyonu sırasında kontrollü çalışmasını sağlayarak yalnızca çürük dentin dokusunun uzaklaştırılması sağlanabilmektedir.⁹⁷ Carisolv çürük uzaklaştırmada etkin olmasına rağmen, uzun çalışma zamanı ve maliyetinin artmasına neden olan el aletlerinin kullanımını gerektirmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılamamıştır.⁸⁰

Son yıllarda geliştirilen ve dental markette yerini alanenzimatik özellikteki çürük uzaklaştırma ajanı Papacarie adıyla bilinmektedir. Bussodori ve arkadaşları⁸⁰ tarafından 2003 yılında geliştirilmiş olan bu ajan; papain enzimi, kloramin, toluidin mavisi, çeşitli tuzlar, koruyucu, stabilizatör, kıvam artırıcı ve deiyonize su içermektedir.^{80, 98} İnsan pepsinine benzeyen proteolitik bir enzim olan ve bakterisit, bakteriostatik ve antienflamatuar etkileri bulunan papain; Brezilya, Hindistan, Güney Amerika ve Havai'de yetişen yeşil olgun papaya yapraklarından ve sıvılarından elde edilmektedir.⁸⁰ Kloramin, yapısı bozulmuş dokuları uzaklaştırmak amacıyla bu jelin içine eklenmiştir.⁹⁸ Papainin, sağlıklı dokularda bulunan alfa-1-antitripsin (plazmatik proteaz inhibitörü) karşısında proteolitik aktivitesini kaybettiği, bu nedenle yalnızca çürük dentin dokusundaki kısmen bozulmuş olan kolajen moleküllerine etki ettiği, sağlıklı dokulara zarar vermediği bildirilmiştir.⁹⁹ Çürük dokusuna uygulandıktan sonra enfekte dentin dokusunun, kesme işlemi yapmadan, basınçsız bir şekilde, keskin olmayan bir

ekskavatörle uzaklaştırılması önerilmektedir.⁹⁸ Papacarie'nin enfekte dentin dokusunu etkili bir şekilde uzaklaştırması, uygulanması sırasında hastada ağrı ve rahatsızlık hissi oluşturmaması/minimal düzeyde oluşturması, antibakteriyel etkisinin bulunması, uygulanmasının kolay olması ve ucuz olması avantajları arasındadır.^{80, 100}

Carie Care (Uni Biotech, Pharmaceuticals Pvt., Hindistan), etken maddesinin kaynağı papaya özütü olan, diğer bir papain enzimi esaslı kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanıdır. Ayrıca bir endoprotein, kloramin, boya maddesi ve bitkisel kaynaklı esansiyel yağlar içermektedir. Bu esansiyel yağlar, antienflamatuvar ve hafif düzeyde anestezi etkisi göstermektedir. Carie Care, uygulandığı çürük dokusundaki enfekte dentini renk değişikliği olmaksızın yumuşatmaktadır. Yumuşayan dentin keskin kaşık şeklindeki bir ekskavatör ile uzaklaştırılmaktadır.¹⁰¹

Biosolv (SFC-V ve SFC-VIII, 3M -ESPE AG, Seefeld, Almanya) enzimatik bir kemomekanik çürük temizleme ajanıdır.¹⁰² Biosolv jeli, bir fosforik asit ve sodyum biyofosfat ile tamponlanmış pepsin enzimi içermektedir.¹⁰³ Jelin içeriğindeki pepsinin çürükle enfekte olmuş dentin dokusundaki yapısı bozulmuş olan kolajen fibrilleri selektif olarak yıkıma uğratarak, içeriğindeki fosforik asidin de inorganik yapının çözülmesini sağladığı iddia edilmektedir. Böylece yumuşamış olan dentin dokusu, jel için özel olarak dizayn edilmiş olan plastik el aletleri ile sağlam diş sert dokularına zarar vermeden kolayca uzaklaştırılabilmektedir.⁹⁸

2012 yılında piyasaya sürülen BRIX-3000 (Brix S.R.L., Arjantin), yapraklı lateks ve yeşil papaya meyvelerinden elde edilen ((Carica) Papaya) papain bazlı proteolitik enzim içeren kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarından biridir. Kollajen üzerinde proteolitik aktiviteye sahiptir. Bir antiproteaz olan α -1 antitripsin içermesi nedeniyle sağlıklı dokularda proteolitik bir etkiye sebep olmamaktadır. İçerdiği papain miktarı, üretici firma tarafından belirlenmiş olup (% 10'luk bir konsantrasyonda

3,000 U/mg), EBE teknolojisi (Encapsulating Buffer Emulsion) ile ideal pH'da stabilize edilmiştir.¹⁰⁴ Çürük dokudaki kollagen fibrilleri kolayca uzaklaştırabilmesi, oral sıvılarda az çözünmesi, saklanması için soğuk zincir gerektirmemesi, antibakteriyel ve antifungal etkinin yanısıra antiseptik etkiye sahip olması BRIX-3000'nin avantajları arasında sayılabilir. Yapılan dermatolojik testler sonucunda göz ve deriye temas ettiğinde herhangi bir reaksiyona sebep olmadığı bildirilmiştir.¹⁰⁵

2.3.4. Fotoablasyon Yöntemi (Lazer Destekli Çürük Uzaklaştırma Yöntemi)

Lazer kelimesi, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation kelimelerinin ilk harflerinin birleşmesi ile oluşturulmuştur. Radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi anlamına gelmektedir. Lazer değişik frekanstaki ışınların tek renkli, oldukça düz, yoğun, aynı fazlı paralel dalgalar halinde, genliği yüksek ve güçlü bir ışık demeti haline gelmesi şeklinde tanımlanır.¹⁰⁶ Diş hekimliğinde klinikte ve araştırmalarda kullanılan lazerler ile yapılan uygulamalar elektromanyetik spektrumun kızılötesi, gözle görülebilir veya morötesi bölgelerinde gerçekleşmektedir.¹⁰⁷

Lazer ışınının komşu dokulara hiçbir zarar vermeden hedef dokunun büyük kısmını absorbe ederek aniden ve patlama şeklinde buharlaşmasına fotoablasyon denir. Dişin sert dokularından parçacıklar halinde madde kaldırılarak kavite açma bu etki ile gerçekleştirilir. Absorbsiyonun şiddeti dokunun cinsine ve lazer dalga boyuna bağlıdır. Dokunun derin kısmında ısı enerjisi azalır.¹⁰⁸

Günümüzde lazerler; bakteri enfeksiyonu bulunan endodontik kanallarda, periodontal hastalıkların tedavisinde, cerrahide kemik kaldırma işleminde ve malignite gösteren oral lezyonların tedavisinde kullanılabilir.¹⁰⁹ Konservatif diş tedavisinde ise lazerler; başlangıç çürük lezyonlarının teşhisinde, kavite preparasyonu

ve çürüğün uzaklaştırılmasında, servikal dentinin desensitizasyonunda ve florür alımının artırılması gibi uygulamalarda kullanılabilir. ¹⁰⁷

Lazerler, fiziksel özelliklerine (örneğin; gaz, likit, katı veya yarı iletken), lazer ışığı veren aygıtın tipine (örneğin; Er:YAG, Nd:YAG, Argon) ya da kullanım alanlarına göre sınıflandırılmaktadır.(Şekil 2.2. ve 2.3) ^{107, 110}

Lazer Tipi	Aktif Ortam	Dalga Boyu	Lazer Dağıtma Sistemi
Argon	Gaz	488515 nm	Optik fiber
KTP	Katı hal	532 nm	Optik fiber
Helyum Neon	Gaz	633 nm	Optik fiber
Diyot	Yarı iletken	635, 670, 810, 830, 980 nm	Optik fiber
Nd:YAG	Katı hal	1064 nm	Optik fiber
Er,Cr:YSGG	Katı hal	2780 nm	Optik fiber
Er:YAG	Katı hal	2940 nm	Optik fiber
CO ₂	Gaz	9600, 10600 nm	Optik fiber

Şekil 2.2. Fiziksel Özelliklerine Göre Lazerler

Lazer Tipi	Dalga Boyu	Kullanım Alanı
ArF (Argon Fluoride) Excimer	193 nm	Çürük temizliği, sert doku işlemleri, endodonti
KrF Excimer	248 nm	
XeCl (Xenon-Chloride) Excimer	308 nm	
Frequency Doubled Alexandrite	377 nm	Diştaşı temizliği
Argon Ion	488 nm	Yumuşak doku, Kompozit polimerizasyonu, Beyazlatma, Hipersensitivite tedavisi
Diode (Low level)	600-908 nm	Biyostimülasyon
Argon Pumped Dye	630 nm	
Helium-Neon	632 nm	
Ruby	694.3 nm	-
Diode (GaAlAs: Gallium-Aluminum-Arsenide, GaAs: Gallium- Arsenide)	800-830,904-950 nm	-Yumuşak doku (periodontal ve endodontik) işlemleri
Nd: YLF (Neodymium:YttriumLanthanum- Fluoride)	1053 nm	-Analjezi
Nd:YAG (Neodymium:Yttrium-Aluminum-Garnet)	1064 nm	-Beyazlatma
Nd:YAP (Neodymium:Yttrium-Aluminum-Perovskite)	1.34 µm	-Çürük ablasyonu
Ho:YAG (Holmium: Yttrium-Aluminum-Garnet)	2.12 µm	
Er:YSGG (Erbium:Yttrium-Scandium-Galium-Garnet)	2.79 µm	Sert doku işlemleri, sınırlı yumuşak doku işlemleri
Er:YAG (Erbium:Yttrium-Aluminum-Garnet)	2.94 µm	
Carbon Dioxide ve TEA CO ₂	9.3, 9.6, 10.6µm	Yumuşak doku ve sert doku işlemleri

Şekil 2.3. Kullanım Alanlarına Göre Lazerler

Günümüzde lazerler restoratif diş hekimliği ve endodontik uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. ¹¹¹

Lazerler, pit ve fissürlerde oluşan diş çürüklerinin saptanmasında geleneksel görsel ve dokusal yöntemlere göre daha hassastır.^{112, 113} Aynı zamanda dişlerin servikal yüzeylerindeki düz yüzey lezyonlarının pürüzsüzleştirilmesinde ve fissür örtücülerin altında başlayan çürüklerin tespit edebilmesinde başarıyla kullanılabilirler.¹¹⁴

Food and Drug Administration (FDA) 1997 yılında 1700 diş üzerinde yapılan; klinik, histolojik, radyografik ve boya sızıntı deneylerini kapsayan geniş bir araştırma sonucunda, Er-YAG lazerlerin çürük uzaklaştırma ve kavite hazırlanması için kullanılabilirliğine onay vermiştir.¹¹⁵ FDA onayından sonra Er-YAG lazerlerin çürük uzaklaştırma etkinliği ile ilgili pek çok çalışma yapılarak Er-YAG lazerlerin de çürük uzaklaştırmada etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir.¹¹⁶⁻¹¹⁸

Smear tabaka oluşturmada dokuyu kaldırması; adeziv restorasyonların sık uygulandığı günümüz diş hekimliğinde bağlantı için uygun yüzeyler oluşmasını sağlamaktadır. Bu avantajının yanı sıra çürük uzaklaştırma işlemi esnasında lazer uygulanmasıyla restoratif yüzeylerin sterilizasyonu da sağlanabilmektedir.¹¹¹

Lazerlerle birlikte boyaların kullanımı kavite oluşmamış arayüz çürüklerinde çürüğün sınırlarının belirlenmesinde yardımcı olmaktadır.^{119, 120}

Farklı çürük uzaklaştırma tekniklerinin, diş dokusunu uzaklaştırma etkinlikleri Şekil 2.4'te özetlendiği gibidir. Uzaklaştırılması gereken yumuşak, dış, nekrotik, yüksek enfekte bölge ile korunması gereken iç, reversible hasar görmüş, daha az enfekte olan bölge arasındaki ayrımın hala bilinmiyor olması en önemli limitasyondur.⁵⁴

Metot	Sağlam mine	Sağlam dentin	Çürük mine	Çürük dentin	Limitasyonları
Ekskavatörler	-	-	+	++	
Frezler	+++	+++	+++	+++	<i>Hava türbini ve yavaş hızda dönen el aletleri</i>
Air-abrazyon	+++	+++	++	+	<i>Etkinliği kullanılan abraziv ajana bağlıdır</i>
Air-polishing	+	+	+	-	<i>Açığa için sert yüzey zemini gerektirir</i>
Ultrasonikler	+	+	+	-	<i>Retrograde kavite preparasyonunda endikedir</i>
Sono-abrazyon	-	+	+	++	<i>Çürük doku uzaklaştırma etkinliği için daha fazla çalışma gereklidir</i>
Caridex/carisolv	-	-	-	+++	<i>Dentine erişimde konvansiyonel işleme ihtiyaç duymaktadır</i>
Lazerler	+	+	+	+	<i>Etkinliği dalga boyu, yoğunluk, atım süresi vb. özelliklere bağlıdır</i>
Enzimler	-	-	-	+	<i>Çürük doku uzaklaştırma etkinliği için daha fazla çalışma gereklidir.</i>

Şekil 2.4. Farklı Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Diş Dokusunu Uzaklaştırmada Göreceli Etkinliği

2.3.5. Floresans Esaslı Çürük Uzaklaştırma Yöntemi (Transillüminasyon)

Yeni bir çürük uzaklaştırma sistemi olan floresans destekli çürük uzaklaştırma yönteminin (FACE), sadece enfekte olmuş dentini uzaklaştırdığı iddia edilmektedir.¹²¹

Çürük kavitesi viyole ışıkla aydınlatıldığında sağlam dentin yeşil floresan, enfekte dentin kırmızı-turuncu floresan yaymaktadır. Çürük dentindeki bu kırmızı-turuncu floresan, oral bakterilerin metabolitleri olan porfirinlerle ilişkilidir. Çürük uzaklaştırma sırasında sadece kırmızı-turuncu floresan yayan dentin uzaklaştırılır. Çürük kaldırma

işleminin yeterli olup olmadığına geleneksel yöntemlerde olduğu gibi sond yardımıyla kavite tabanındaki dentinin sertliğine bakılarak karar verilir.¹²²

2.4. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi

2.4.1. Çürük Teşhis Yöntemleri

Geleneksel olarak çürük teşhisi, radyografi desteğiyle, sond kullanılarak veya kullanılmadan, görsel muayeneye dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Tipik olarak hastanın çürük durumu radyografi, sondlama, renk ve translüsentlik gibi subjektif işaretlerle değerlendirilir. Bu işaretlere dayalı olarak çürük var ya da yok olarak karar verilir.¹²³ Çürük teşhisi için kullanılan yöntemler şu şekilde sıralanabilir.¹²⁴

1) Geleneksel yöntemler

- Görsel ve Sondla (Dokunsal) Muayene Yöntemi
- Büyütme ile Görsel Muayene Yöntemi
- Geleneksel Radyografik Muayene Yöntemi

2) Günümüz Dijital Teknolojisini içeren Yöntemler:

- Dijital Radyografik Muayene Yöntemi
- Elektriksel İletkenlikle Çürük Teşhis Yöntemi (ECM)
- Fiber Optik Transillüminasyon Yöntemi (FOTI)
- Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF) Yöntemi
- Lazer Floresans Yöntemi (DIAGNOdent, DIAGNOdent Pen, Siroinspect)
- LED Floresans Yöntemi (VistaProof)
- Yakın-kızılötesi Işık Transillüminasyon Yöntemi

1) Geliştirilmekte olan Teknolojileri Kullanan Yöntemler:

- Alternatif Akım Empedans Spektroskopisi Yöntemi
- Ultrasonik Görüntüleme Yöntemi

2) Diğer Yöntemler

- Optik Koherens Tomografi (OCT) Yöntemi
- Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Micro-CT) Yöntemi

2.4.1.1. Geleneksel Yöntemler

2.4.1.1.1. Görsel ve Dokunsal Muayene Yöntemi

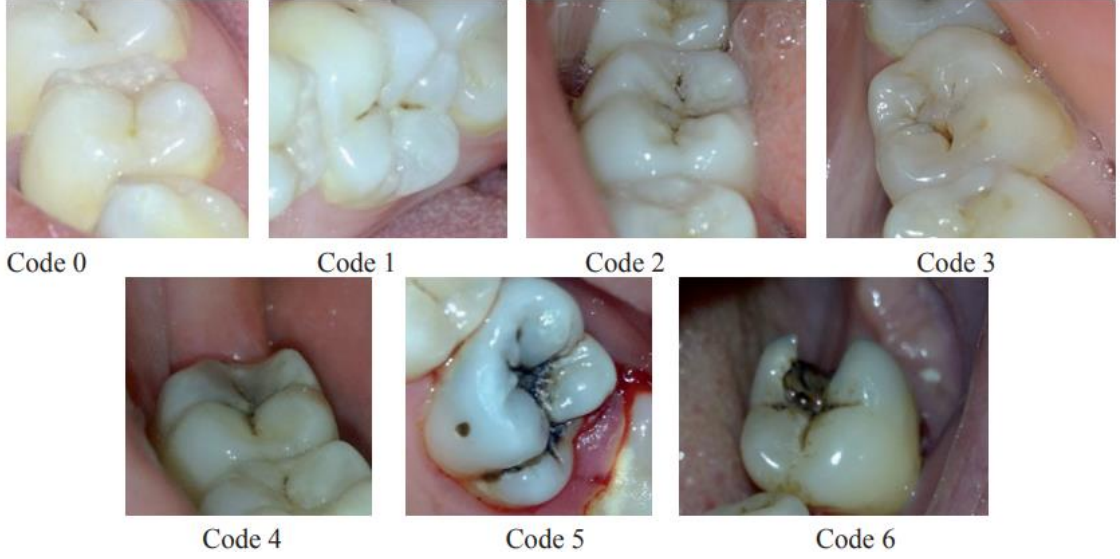
Diş yüzeyi iyice temizlenip kurutulduktan sonra ışık, ayna ve sond yardımıyla diş sert dokularının renginin ve sertliğinin değerlendirilmesi; diş hekimlerinin klinik uygulamalarında sıklıkla kullandıkları bir çürük teşhis yöntemidir.¹²⁵ Görsel dokunsal muayene yöntemi ile düz yüzeylerde kavite oluşmuş /oluşmamış mine çürükleri, bukkal ve lingual yüzeydeki dentin çürükleri, ön grup dişlerin arayüzlerindeki dentin çürükleri, kavite oluşmuş sekonder çürükler, aktif/inaktif kök çürükleri saptanabilirken arka grup dişlerin arayüz ve okluzal lezyonları gözden kaçabilmektedir. Ayrıca sondla muayene yönteminin beyaz-opak lezyonlarda kavitasyon oluşturabilmesi, başlangıç safhasındaki okluzal çürüklerin ilerlemesi hızlandırılabilmesi veya çürüğe neden olan bakterileri enfekte alandan başka alanlara taşıyarak iyatrojenik zararlar oluşturabilmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır.¹²⁶

Çürük dokuyu ve enfekte dentini spesifik olarak boyayabilen *çürük tespit boyaları*, okluzal ve pit çürüklerinin tanısı ve kavite hazırlanması sırasında çürük dentin dokularının selektif olarak kaldırılmasında hekime yol göstermesi amacıyla üretilmiştir.¹²⁷ Çürüğün uzaklaştırılmasına bir standart getirilebilmesi amacıyla kullanılabilceği belirtilen çürük tespit boyaları, ilk olarak 1972 yılında Fusayama ve ark. tarafından (%0.5'lik bazik fuksin solüsyonu) kullanılmıştır.⁵⁷ Çürük tespit boyalarının, çürüğün uzaklaştırıldığı belirlenmesinde tamamen objektif bir yöntem olmadığı bildirilmektedir. Bu boyaların çürük dokusundaki bakterileri değil, demineralize olmuş kollagen matriksini boyadığı rapor edilmiştir.¹²⁸

Görsel dokunsal muayenede standardizasyonun sağlanabilmesi için çeşitli sınıflandırmalar geliştirilmiştir. Çürük tespitinde daha önceden kullanılan sistemlerin iyi özellikleri birleştirilerek Ekstrand ve arkadaşları tarafından International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) (Uluslararası Çürük Belirleme ve Değerlendirme Sistemi) adı verilen sistem geliştirilmiştir. 2005 yılında ise sistemin çürük değerlendirmedeki eksiklikleri belirlenmiş ve bu eksiklikler giderilerek ICDAS II oluşturulmuştur.¹²⁹ (Tablo 2.3 ve Şekil 2.5)

Tablo 2.3. ICDAS II Kriterleri

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



Şekil 2.5. ICDAS II kodlarına ait klinik örnekler

2.4.1.1.2. Büyütme ile Görsel Muayene Yöntemi

Modern diş hekimliğinde, birçok operatif prosedür için büyütme kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Sond kullanımının kontrendike olduğu pit ve fissürlerde görsel inceleme yönteminin işlevselliğinin artırabilen bu yöntem bazı durumlarda lezyonların daha büyük algılanmasına sebebiyet verebilmektedir.^{130, 131}

2.4.1.1.3. Geleneksel Radyografik Muayene Yöntemi

Çürük nedeniyle mine ve dentinin mineral içeriğinin azalmasıyla X ışınının geçişi artmaktadır. Bu durum röntgende radyolojik densitenin artması şeklinde kaydedilerek, diş hekimi tarafından çürük lezyonu teşhisinin konulmasına yardımcı olmaktadır.¹³²

2.4.1.2. Günümüz Dijital Teknolojisini İçeren Yöntemler

2.4.1.2.1. Dijital Radyografik Muayene Yöntemi

Dijital radyografilerde elde edilen görüntü dijital ortamda çok sayıda piksele ayrılarak teşhisi kolaylaştırmaktadır.¹³³ Dijital radyografilerin kullanılmasıyla hastanın aldığı radyasyon dozu azalmakta, görüntülerin arşivlenmesi ve çoğaltılması

kolaylaşmaktadır.¹³⁴ Yapılan çalışmalarda dijital görüntülerin kavite oluşmamış çürüklerin teşhisinde etkili olduğu belirtilmektedir.¹²⁶

2.4.1.2.2. Elektriksel İletkenlikle Çürük Teşhis Yöntemi (ECM)

Elektriksel iletkenlik yöntemi, sağlıklı ve çürük diş dokularındaki iletkenlik farklılığının tespiti esasına dayanır.¹²⁶ Diş dokusunun elektriksel iletkenliği demineralizasyonun olduğu ancak yüzeyde herhangi bir madde kaybı olmadığı durumda bile değişkenlik göstermektedir.¹³⁵

2.4.1.2.3. Fiber Optik Transillüminasyon Yöntemi (FOTI)

FOTI sistemi, çürük minenin sağlam mineye oranla ışık geçirgenliği indeksinin düşmesi ve buna bağlı olarak ışığı daha güçlü yansıtması prensibine dayanılarak geliştirilmiştir. Çürük diş dokusu FOTI yöntemiyle değerlendirildiğinde, çürük bölge dentin tübüllerinin doğrultusunda siyah bir bölge olarak görünür. FOTI tekniği ile okluzal ve arayüz çürükleri teşhis edilebilir. Ancak bu teknik erken dönemdeki mine ve dentin çürük lezyonlarının tespiti için uygun değildir.¹³⁶

Dijital fiber optik transillüminasyon yöntemi (DIFOTI) ise, FOTI ile CCD (Charged-Coupled device) kameranın birleştirilmesiyle sonradan geliştirilmiş bir tekniktir. Arayüz, okluzal ve düz yüzey çürüklerinin teşhisinde radyografik değerlendirmeden daha yüksek duyarlılık gösterdiği bildirilmiştir.³²

2.4.1.2.4. Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF) Yöntemi

Floresans, bir objenin belli bir dalga boyundaki ışıkla uyarılması ve objenin daha geniş dalga boyundaki bir ışığı yansıtması olarak tanımlanabilir.¹³⁶ İnsan dişlerinin organik komponentlerinin floresan özellik göstermeleri konusuna ilk kez 1928 yılında Benedict tarafından belirtilmiştir. Benedict çalışmalarında sağlam ve çürük minenin floresans özelliklerinin farklı olduğunu bildirmiştir.¹³⁷

2.4.1.2.5. Lazer Floresans Yöntemi (DIAGNOdent)

Lazer floresans yöntemi ilk olarak 1982 yılında Bjelkhagen tarafından geliştirilmiştir. 488 nm'lik mavi-yeşil argon lazer ışığına maruz bırakılan sağlam ve çürük minenin bu yöntem sayesinde kolaylıkla ayırt edilebileceği bildirilmiştir.¹³⁸ Lazer floresan yöntemiyle çalışan, en bilinen marka DIAGNOdent'tir. (KaVo Dental Corporation, Bieberach, Almanya) DIAGNOdent cihazında dişler organik ve inorganik kısımlar tarafından absorbe edilebilen 655 nm'lik lazer ışığıyla aydınlatılır. Çürük lezyonunun ilerlemesi nedeniyle diş yapısında meydana gelen değişiklikler floresans ışığın yansımada artışa neden olur. Floresans değişikliklerden çürüğe neden olan bakteriler ve onların metabolitleri (porfirin, metalloporfirin) sorumlu tutulmaktadır.¹³⁹

DIAGNOdent cihazının bazı özellikleri geliştirilerek aynı çalışma prensibine sahip olan DIAGNOdent Pen (KaVo, Bieberach, Almanya) cihazı piyasa sürülmüştür. DIAGNOdent Pen'in diğerinden farkı, iki adet safir uç bulundurmasıdır. Konik uç arayüz bölgelerinde, silindir şeklindeki düz uç ise okluzal bölgelerde kullanılır.^{140, 141}

Canary sistem , ısı ve ışığı (Frequency Domain Photothermal Radiometry and Modulated Luminescence; FD-PTR and LUM) birlikte kullanarak dişin kristal yapısının ve diş çürüğünün görüntülenmesinde kullanılan lazer bazlı bir sistemdir.¹⁴²

Yeni geliştirilen bir sistem olan floresan yardımıyla çürük temizleme (FACE) yönteminde çürük temizlenirken kaviteye diş sert dokularının otofloresan özellik kazanmasını sağlayan mor ışık uygulanmaktadır. Bu mor ışık altında sağlam diş sert dokusu yeşil, çürük dokusu ise turuncu-kırmızı olarak izlenmektedir.¹⁴³

SIROInspect® (Sirona Dental Systems GmbH, Almanya), yaklaşık 405 nm boyunda floresans yayan cihazı kullanan operatör, dentindeki floresansı görebilmek için gözlük kullanır. SIROInspect tanı gözlükleri 500 nm'den kısa dalga boylarını filtrelerken, 500nm'den yüksek dalga boylarını görünür kılar.¹⁴⁴

2.4.1.2.6. LED (Light Emitting Diode) Floresans Yöntemi

Yöntem, LED (light emitting diode) ışığının diş dokusunda yansması ve kırılması esasına dayanır. Mine dokusunda mineral kaybıyla birlikte translusent yapıda bozulma meydana gelir ve sağlam diş dokusuna göre optik özellikleri farklılık gösterir. LED esaslı cihaz, fiber optik ucu aracılığıyla diş dokusunun ışığı yansıtma-kırma anını yakalayıp elektrik sinyallerine dönüştürür. Elde edilen değerlere göre çürük varlığı/yokluğuna karar verilir. Işığın yeşilden kırmızıya dönmesi ve sinyal sesinin sayıca artışı çürük varlığını düşündürür.^{145, 146}

Caries ID (MIDWEST Caries ID, DENTSPLY Professional, New York, Amerika) cihazı geliştirilmiş en yeni çürük teşhis cihazlarından biridir. LED (light emitting diode) ışığının diş dokusunda yansması-kırılması esasına dayanan bu yöntem; kullanım kolaylığı, objektif sonuç vermesi, taşınabilir olması gibi avantajlara sahiptir. Okluzal ve aproksimal çürüklerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.¹⁴⁷

Soprolife kamera (Acteon, Fransa), iki tip LED kullanarak diş yüzeylerini aydınlatan bir intraoral kameradır. Otofloresan görüntü ile anatomik görüntünün üst üste birleştirilmesini sağlayarak biyolojik dokuların yoğunluk, yapı ve/veya kimyasal kompozisyonlarındaki farklılıkların tespitini sağlayabilmektedir.¹⁴²

Yeni bir kamera olan Soprocare (Acteon, Kuzey Amerika), gün ışığı, çürük ve periodontal olarak 3 farklı klinik uygulama şekli içermektedir. Çürük modu, mine ve dentin çürüklerine odaklanırken, periodontal modu periodontal inflamasyonu saptamaya yönelik olarak çalışmaktadır.¹⁴⁴

Vistaproof, (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya) DIAGNOdent cihazıyla benzer çalışma prensibine sahip fakat farklı bir dalga boyuna (407 nm) sahip LED floresans yayan bir kamera sistemidir. Sağlam doku yeşil floresans verirken çürük doku turuncu kırmızı floresans verir.¹⁴⁸

Tablo 2.4. Farklı diagnostik cihazların dalga boyları¹⁴⁹

Cihazlar	Dalga Boyu
DIAGNOdent/DIAGNOOpen ®	655 nm
VistaProof ® /Cam ®	405 nm
Soprolife ®	450 nm
Soprocure ®	450 nm/480 nm
DIAGNOcam ®	780 nm
Canary System ®	655 nm (pulse laser)
QLF	290–405 nm

2.4.1.2.7. Yakın-kızılötesi Işık Transillüminasyon Yöntemi

İlk olarak 1995 yılında tanımlanan, X ışını içermeyen, yakın-kızılötesi ışık transillüminasyon (NILT- Near-infrared laser light transillumination) yöntemi arka grup dişlerdeki çürükleri tespit etmek için kullanılan foto-optik bir yöntemdir.¹⁵⁰ Bu yöntem, DIFOTI yönteminin geliştirilmiş halidir.¹⁵¹ DIFOTI görünür ışık kullanırken, NILT yöntemi uzun dalga boyunda ışık kullanmaktadır.¹⁵²

2012 yılının sonlarına doğru 780 nm dalga boyunda ışık kullanan NILT kamerası (DIAGNOcam, KaVo, Biberach, Almanya) piyasaya çıkmıştır. Bu sistem sayesinde, arayüz bölgesinin mine ve dentin çürüklerinin farklı aşamalarını yakalayabilmek mümkün olabilmektedir.¹⁵³

2.4.1.3. Geliştirilmekte Olan Teknolojileri Kullanan Yöntemler

2.4.1.3.1. Alternatif Akım Empedans Spektroskopisi Yöntemi

Yeni elektriksel çürük teşhis cihazları (elektriksel empedans spektroskopisi), farklı yüzeylerin farklı frekanslardaki direnç testlerine değişik cevaplar vermesi prensibiyle çalışmaktadır. Dundee ve St Andrews Üniversitesi'nde geliştirilen CarieScan

PRO™ (Dundee, İskoçya) cihazı bu teknolojilerin yeni örneklerinden biridir. Alternatif akım empedans spektroskopisi tekniğini kullanan bu cihaz diğer yöntemlerden daha erken olarak çürüğü belirleyebilmektedir.¹⁵⁴

2.4.1.3.2. Ultrasonik Görüntüleme Yöntemi

Ultrasonik görüntüleme sistemi sesin gaz, sıvı ve katı ortamlarını belirli hızlarla ve oranlarla geçebilmesi özelliğinden yola çıkılarak geliştirilmiştir.¹⁵² Kavitasyon oluşturmamış mine çürüklerinin tanısında, iki farklı ortamda ses dalgalarının kat etme zamanı farklı olduğu için sağlam ve demineralize mine dokuları ultrasonik görüntüleme yöntemiyle kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Başlangıç çürüklerinin teşhisinde ultrasonik sistemlerin sonuçlarının başarılı bulunduğu, kolay ve güvenilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir.^{152, 155}

2.4.1.4. Diğer Yöntemler

2.4.1.4.1. Optical coherence tomography (OCT) yöntemi

Optik koherens tomografi, biyolojik yapıların kesitsel olarak incelenmesini sağlayan non-invaziv bir görüntüleme tekniğidir. Diş hekimliğinde kullanım alanı, diş dokusunun remineralizasyon-demineralizasyon derecelerinin değerlendirilmesidir.¹⁴⁷

2.4.1.4.2. Mikro bilgisayarlı tomografi (Micro-CT) yöntemi

Bilgisayarlı tomografi cihazının çalışma prensibiyle çalışan bir yöntemdir. X-ışınları kullanılarak dişin kesitsel görüntüleri oluşturulur. Bu kesit görüntüleri bilgisayar ortamında uygun yazılımlar aracılığıyla işlenerek, taranan dişin üç boyutlu modeli dijital ortamda elde edilir. Elde edilen kesitsel görüntüler sayesinde radyografide karşılaşılan görüntü çakışması (süperpozisyon) probleminin önüne geçilmiştir.¹⁵⁶

2.4.2. Mikrosertlik Testi

Mikrosertlik testinde, materyal sertliğinin incelenmesi mikroskobik bir skala üzerinde gerçekleştirilmektedir. Elmas bir uç, materyal üzerine birkaç gramdan 1





kilograma kadar değişebilen yük ile birlikte basılmaktadır. Test için uygulanması planlanan yük, doğrudan ağırlıklar kullanarak seçilebilmektedir. Mikrosertlik ölçümleri sıklıkla; Vickers sertlik skalası adı verilen kare bazlı piramit bir uç veya Knoop sertlik skalası adı verilen uzamış eşkenar dörtgen şekilli bir uç kullanılarak yapılmaktadır. Mikrosertlik ucunun cisim üzerinde bıraktığı izin uzunluğu ışık mikroskobuyla veya bilgisayar yazılımı ile incelenmektedir. Mikrosertlik değeri ise, testte kullanılan yükün büyüklüğü ve test için kullanılan mikrosertlik ucunun şekli gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir.¹⁵⁷

Sertlik ölçme yöntemleri şunlardır:

- Brinell sertlik ölçme yöntemi
- Rockwell sertlik ölçme yöntemi
- Shore sertlik ölçüm yöntemi
- Mohs sertlik ölçüm testi yöntemi
- Barcoll sertlik ölçüm yöntemi
- Vickers sertlik ölçme yöntemi
- Knoop sertlik ölçme yöntemi

Bu yöntemlerin en sık kullanılanları Brinell, Knoop ve Vickers sertlik testleridir.

(Şekil 2.6)¹⁵⁸

Test	Uç	İz şekilleri	Ölçüm	Sonuç birimi
Brinell	Küresel çelik uç		İz alanı	BHN
Knoop	Elmas uç		İz alanı	KHN
Rockwell	Küresel çelik uç		İz derinliği	Rockwell
Vickers	Elmas uç		İz alanı	VHN

Şekil 2.6. Sertlik Ölçüm Testleri

Her testte farklı iz şekilleri oluşturulur. Shore ve Barcol testleri; subjektif kalite kontrol testleri için kullanılır. Hassas ölçümler ve kıyaslama amaçlı çalışmalar için uygun değildir. ¹⁵⁸⁻¹⁶¹ Brinell ve Rockwell sertlik testleri; genelde metal-alaşım gibi büyük sertlik ölçümlerinde kullanılır. Düşük kuvvetlerle sertliği ölçülen, daha ince ve kırılgan materyallerin testlerinde ise Vickers ve Knoop yöntemleri kullanılır. ¹⁵⁸

Ölçülecek yüzeyin pürüzsüz ve parlak olması istenir. Vickers sertlik ölçme yönteminde tepe açısı 136° olan elmas kare piramit uç kullanılır. Deney sonuçlarının güvenilir olması için bu uygulamanın numunenin üç farklı noktasına uygulanması gerekir. Uygulamada numune kenarından ölçüm yapılmamalı ve izler arasında belirli bir mesafe olmalıdır. ^{162, 163}

Vickers sertlik değeri, kg olarak ifade edilen yükün mm^2 olarak ifade edilen izin alanına bölümüdür. Formülü ve açığa çıkan iz görüntüsü Şekil 2.7’de verilmiştir.

$$HV = \frac{P}{A}, \text{kg/mm}^2$$

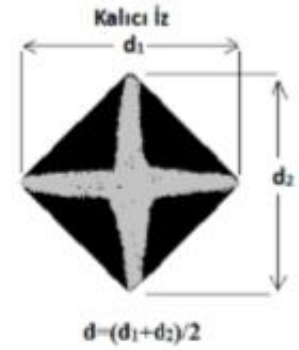
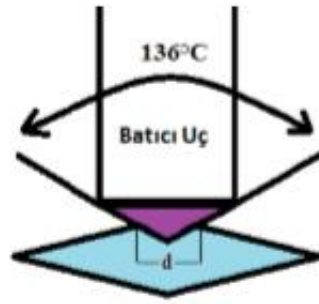
$$HV = 1,854 \cdot \frac{P}{d^2}$$

HV= Vickers sertlik, kg/mm²

P= Yükleme kuvveti

A= Numune üzerindeki izin yüzey alanı, mm²

d= Numune üzerindeki kare izin köşegen boyu, mm



Şekil 2.7. Vickers sertlik değeri ölçüm formülü ve iz oluşum görüntüsü

Dişler, çiğneme esnasında değişik bölgelerde farklı miktarlarda basınçlara maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle sertlik analizlerinin yapılması; çiğneme gerilimlerinin diş yüzeylerinde nasıl bir dağılım gösterdiğinin ve bu basınçların, restoratif prosedürlere, yaşa ve patolojilere bağlı olarak nasıl değişebileceğinin anlaşılması açısından da önemlidir. Dişlerin sertlik değerinin incelenmesi, mine ve dentinin farklı yapısal özellikler taşınması nedeniyle kolay değildir. Mine yüzeyindeki prizmalar mine-dentin birleşimine kadar uzanmaktayken dentinde daha heterojen seyirlidir. Bu nedenle minenin ve dentinin sertlik değerlerinin her bölgede aynı değildir. Minenin Knoop mikrosertlik değerinin 270-350 KHN, dentinin ise 50-70 KHN arasında değiştiği rapor edilmiştir.¹⁶⁴ Literatürde çoğunlukla, çürük dentinin ve çürük uzaklaştırıldıktan sonra kavitede kalan dentinin mikrosertliğinin, sağlam dentinin mikrosertliğinden daha düşük olduğu yönünde bir fikir birliği vardır.¹⁶⁵

2.4.3. Kimyasal Analiz

Kimyasal analiz süreci fiziksel, kimyasal, matematiksel, biyokimyasal ve biyolojik özellikte farklı deneylerden oluşmaktadır. Örneğin hangi bileşenlerden (element veya bileşik) oluştuğu (nitel analiz), örnek içinde bulunan bileşenlerin miktarı ve yüzdesi (nicel analiz) verilen bileşikteki organik fonksiyonel grupların varlığı veya

pozisyonu ve molekül içindeki atomların dizilişleri (yapısal analiz) kesin olarak belirlenebilmektedir.¹⁶⁶

Kimyasal analiz deneylerinde çekilmiş dişler kullanılmaktadır. Bu analizlerin yapılırken vital bir dişe ait dentin dokusunun çekilmiş bir dişe ait dentin dokusundan farklı olduğu unutulmamalıdır. Çekilmiş bir dişteki ve vital bir dişteki dentin dokusu arasındaki tüm farklılıklar günümüzde tam olarak anlaşılammıştır. Fonksiyondaki bir diş, çürük uzaklaştırma işlemine, çekilmiş bir dişten farklı cevaplar verebilmektedir. Çalışmalarda rastlanan bu problem ise yeni çekilmiş dişlerin kullanımı ile kısmen önlenebilmektedir.⁹⁰

2.4.4. Elementlerin Analizinde Kullanılan Teknikler

2.4.4.1. SEM-EDS

Enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi (EDS, EDX, EDAX), örneklerin elemental analizi ya da kimyasal karakterizasyonu için kullanılan analitik bir tekniktir. Bu teknik örnekle X ışını uyarımı arasındaki etkileşimin incelenmesi esasına dayanır. Bu spektroskopinin temel prensibi, X ışını yardımıyla her bir elementin kendine has atomik yapısının karakteristik özelliklerinin diğer elementlerden ayrılmasıdır.¹⁶⁷

SEM, çizgisel tarama modeliyle işleyen yüksek enerjili elektronlarla örnek yüzeyini tarayarak görüntüler alan elektron mikroskopudur. Elektronlar, örnek yüzeyinin topografisini, içeriğini ve elektrik iletkenliği gibi diğer özellikler hakkında örnekten bilgi sağlayan atomlarla temasa geçmektedir.¹⁶⁸

SEM'de geleneksel görüntüleme için, örnekler elektriği geçirmesi ve yüzeydeki elektrik yükünün birikmesini engellemek için topraklanmış olması gerekir. Metal nesnelere SEM için az bir hazırlık yeterlidir. Yalıtkan örnekler elektron ışınıyla tarandığında yüklenmeye meyillidir ve tarama problemi ve görüntü artefaktlarıyla sonuçlanabilir. Elektriği geçiren çok ince bir tabaka (altın), düşük vakumlu

püskürtücüyle ya da yüksek vakumlu buharlaştırıcıyla örnek üzerine püskürtülmektedir. Altın, altın/paladyum alaşımı, platinyum, tungsten, krom ve grafit gibi iletken materyaller örnekleri kaplamada kullanılabilir. Kaplama elektron ışıması sırasında statik elektrik yükünün birikmesine engel olmaktadır.¹⁶⁸

2.4.5. Mikrotensil Bağlanma Dayanımı Testi

Mikrotensil bağlanma dayanımı testi (microtensile bond strength test) (μ TBS testi), 1994 yılında Sano ve ark tarafından tanıtılmıştır.¹⁶⁹ μ TBS testi için öncelikle yapıştırılmış test örneklerinden su soğutması altında ince kesitler alınması gerekir. Bu kesit alma işlemi iki şekilde olabilir.¹⁷⁰⁻¹⁷²

1. Örneklerden vertikal yönde 1 mm kalınlığında kesitler alınır. Daha sonra da bağlantı bölgesine, bağlantı yüzeyi 1,6 mm² -1,8 mm² olacak şekilde, kum saati şekli verilir.
2. Örneklerden 1x1 mm²'lik kesitler alınır. Elde edilen kesit çubukları başka bir işlem yapılmaksızın teste tabi tutulur.

Yukarıda belirtilen iki yöntemden biri kullanılarak hazırlanan örneklere μ TBS testi uygulanır. Çekme kuvveti uygulanırken yük hızı genellikle 1 mm/dk'dır.¹⁷⁰

μ TBS testinin avantajları:

1. Bağlantı bölgesinde koheziv kopmadan ziyade adeziv kopma sağlanır. Bağlanma dayanıklılığı 50-60 MPa'a kadar yükselse bile başarısızlıkların çoğu adezivdir. Koheziv kopmaların sayısı önemli miktarda azalmıştır. Bu durum, örnek büyüklüğünün azalmasının sonucu olarak çatlakların sayı ve büyüklüğünün azalmasına bağlıdır.^{169, 173}
2. Yüksek ara yüz bağlantı kuvvetleri ölçülebilir.
3. Bölgesel bağlantı kuvvetleri ölçülebilir.
4. Tek bir diş için bile ortalama ve varyans hesaplanabilir.

5. Düzensiz yüzeylerin bağlantısının testine izin verir.
6. Çok küçük alanların test edilmesine imkan sağlar.
7. Yüzey alanı yaklaşık 1 mm² olduğundan başarısızlık yüzeylerinin SEM incelemesini kolaylaştırır.¹⁷⁰
8. Hazırlanan örnekler küçüktür dolayısı ile homojen stres dağılımı sağlanır.
9. μ TBS testinde çekme kuvvetleri uygulanır ve klinikte en fazla başarısızlık çekme yükleri altında oluşur.
10. Bu nedenle elde edilen sonuçlar klinik uygulamalara daha yakındır.¹⁷⁴

μ TBS testinin dezavantajları:

1. Yöntem teknik olarak zordur ve hassastır.
2. 5 MPa'dan düşük bağlantı dayanımlarını ölçmek zordur.
3. Özel araç ve cihaz gerektirir.
4. Örnekler çok küçüktür ve çok çabuk su kaybına uğrayabilir.
5. Kesitler hazırlanırken bağlantı olumsuz yönde etkilenebilir.¹⁷⁰

Literatürde; geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemlerinin çürük dokusunu uzaklaştırmadaki etkinliğinin birlikte değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça azdır. Tez çalışmamızda bu yöntemlerin çürük uzaklaştırma etkinliklerinin, dentin yapısının kompozisyonu üzerine etkilerinin ve restorasyonlara bağlanma başarısının birlikte karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmamızın hipotezleri;

1. "Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin kalan dentin dokusunun mikrosertliği üzerinde etkisinin olduğu"
2. "Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin kalan dentin dokusunun kompozitle bağlanma dayanımı üzerine etkisinin olduğu"dur.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışmada Kullanılacak Dişlerin Belirlenmesi

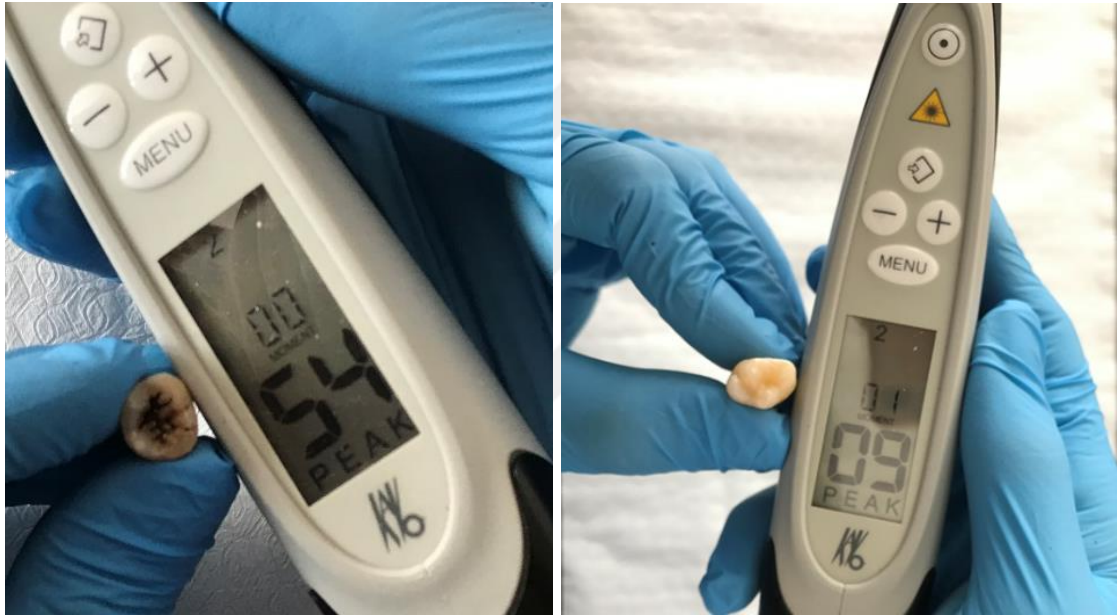
Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Etik Kurulu'nun onayı alınarak (11.01.2018 tarih ve 12 sayılı karar) yürütülmüştür.

Çalışmada kullanılmak üzere yeni çekilmiş veya çekildikten sonra en fazla altı ay beklemiş olan oklüzal çürüklü insan molar dişleri seçildi. Çekimi takiben dişler üzerindeki doku artıkları ve eklentiler akan su altında kretuvar ve fırça yardımıyla temizlendi ve distile suda saklandı.

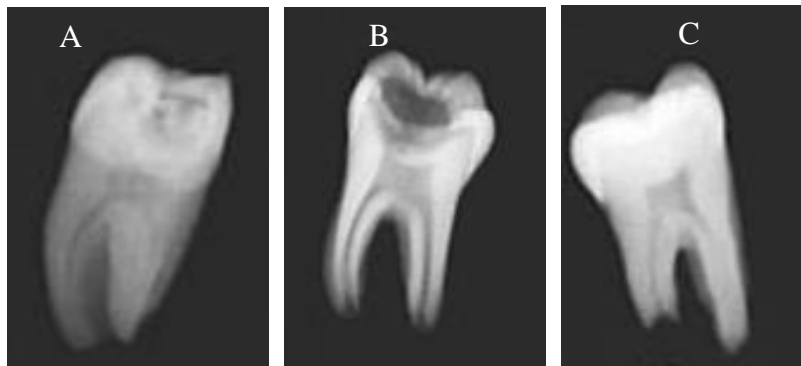
Üzerinde herhangi bir restorasyon ya da fissür örtücü bulunan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya dahil edilecek dişleri belirlemek için öncesinde 0 ila 99 aralığındaki sayısal değerler vererek sağlam ve çürük yüzeylerde 655 nm dalga boyundaki lazer floresanın yayılma prensibiyle çalışan kalem tip DIAGNOdent Pen (KaVo, Bieberach, Almanya) kullanıldı. Bu cihaz, özel seramik parka kullanılarak kalibre edildikten sonra üretici firma talimatları doğrultusunda, lazer uç kuru yüzeydeki hedef bölgeye yerleştirilmiş olup çürüğün en gelişmiş bölgesindeki değerleri toplamak için lazer ucun uzun aksı boyunca dişin etrafında döndürülerek ölçümler yapıldı ve ekrandaki en yüksek değerler kaydedildi. Fissür çürükleri ve düz yüzey çürükleri için DIAGNOdent Pen cihazının gösterdiği demineralizasyonun yoğun olduğuna işaret eden değer olan 25 ve üzeri sayısal değer veren dişler çalışma için ayrıldı. 0-12 arası değere sahip olan dişler kontrol grubu olarak belirlendi. (Tablo 3.1. ve Şekil 3.1) Ayrıca alınan radyografilerde çürük lezyonunun pulpa odasına olan uzaklığı 1mm'den fazla olanlar çalışmaya dahil edildi. (Şekil 3.2.)

Tablo 3.1. DIAGNOdent Pen cihazının çalışmada kullanılan muayene kriterleri

DIAGNOdent Pen değerleri	Anlamı	Teşhis ve Tedavi
0-12	Sağlıklı diş yapısı	Normal profilaksi (florlu pastalar vb.)
13-24	Başlangıç demineralizasyonu	Yoğun profilaksi (floridasyon, ozon vb.)
>25	Yoğun/güçlü demineralizasyon	Minimal invaziv restoratif işlemler, dolgu materyalleri ve yoğun profilaksi, risk ve bulgulara bağlı olarak geniş lezyonlar için klasik restorasyonlar



Şekil 3.1. Çalışmaya dahil edilecek dişlerin DIAGNOdent Pen yardımıyla belirlenmesi



Şekil 3.2. Çalışmaya dahil edilecek dişlerin radyografi yardımıyla belirlenmesi (A: Çalışmaya dahil edilen örnek, B: Çalışmaya dahil edilmeyen örnek, C: Kontrol grubu olarak belirlenen örnek)

Çalışmamızda kullanılan çürük uzaklaştırma yöntemleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri

Çürük uzaklaştırma yöntemleri	Ticari adı/ LOT NO	Üretici firma
Çelik rond frez	Çelik rond frez/ E11.008	Edenta, Schaanwald/Liechtenstein
Polimer rond frez	Smart burs II / 52003	SS White, Lakewood/ USA
Seramik rond frez	CeraBur / 353594	Komet Dental, Lemgo/Germany
Transillüminasyon yöntemi	Siroinspect / 0818	Sirona The Dental Company, Switzerland
Kemomekanik yöntem	BRIX-3000 / L27V10/20	BRIX Medical Science, Argentina

Gözlemcilerin kalibrasyonu

Çalışma, araştırmacı dışında 2 gözlemcinin değerlendirmelerinin ve skorlamalarının sonucu gerçekleştirilmiştir. Gözlemciler ICDAS II kriterleri ve radyografik değerlendirme için kalibre edilmişlerdir. ICDAS II kriterleri kalibrasyonu için organizasyonunun kendi web sitesinde bulunan 90 dakikalık e-learning programı kullanılmıştır. Kalibrasyon çalışmada kullanılmayan daha önce çekilmiş çürük dişler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2. Çürük Dokunun Uzaklaştırılması

Çalışmaya dahil edilen örnekler, çürük uzaklaştırma yöntemlerine göre rastgele olacak şekilde 6 gruba ayrıldı. (n:10) Distile su içinde saklanan dişler akrilik rezin (Takilon soğuk akril, Beyoğlu, İstanbul) içerisine gömüldü. (Şekil 3.9.) Akrilik rezin üretici firmanın önerileri doğrultusunda hava kabarcığı kalmayacak şekilde iki dakika boyunca karıştırıldı ve hava kabarcıklarının tamamen yok olması için kullanılmadan önce iki dakika bekletildi. Dişler 1.6 x 1.6 cm boyutundaki silikon kalıplara gömüldükten sonra akrilik rezinin sertleşmesi için 12 saat beklendi. (Şekil 3.3) Kontrol

grubudaki çürüksüz dişlerin mine dokusu elmas rond frezle uzaklaştırıldıktan sonra elmas fissür frezle aeratör yardımıyla dentinin 2/3'ü derinliğinde kaviteler hazırlandı.



Şekil 3.3. Akrile gömülerek sabitlenen oklüzal çürüklü dişler

3.2.1. Çelik Rond Frezle Çürük Uzaklaştırma

Çelik rond frezle çürük uzaklaştırma işlemi için lezyonun büyüklüğüne bakılmaksızın çürük lezyonuna ulaşabilmek amacıyla minenin kaldırılmasında elmas rond frez, aerator yardımıyla yüksek hızda; sonrasında ise çürüğün temizlenmesinde çelik rond frez mikromotor yardımıyla düşük hızda kullanıldı. (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Çelik rond frezle çürük uzaklaştırma işlemi

Dışlerdeki dentin çürüğü operatör tarafından dokunsal kriterlere (keskin olmayan bir sondun kavite tabanında gezdirilirken takılmamasına veya geri çekme hissini yokluğuna göre dentinde sert bir yüzey elde edilmesi) ve görsel kriterlere (herhangi bir renk bozulmasının/değişikliğinin olmaması) göre Kidd ve ark.nın ¹⁷⁵ belirttiği gibi “çürük yok” skoru verilene kadar temizlendi. Kavite tabanında çürük kalıp kalmadığı, operatör dışında birbirinden bağımsız ve tarafsız iki gözlemci tarafından tekrar kontrol edildi. Standardizasyonu sağlamak amacıyla her örnekte bir frez değiştirildi.

3.2.2. Polimer Frezle Çürük Uzaklaştırma

Polimer frezle çürük uzaklaştırma işlemi için minenin kaldırılmasında elmas rond frez, aerator yardımıyla yüksek hızda; sonrasında ise çürüğün temizlenmesinde polimer frez mikromotor yardımıyla düşük hızda kullanıldı. Dışlerdeki dentin çürüğü üretici firma talimatları doğrultusunda merkezden başlanarak periferde doğru dairesel hareketlerle uzaklaştırıldı. Frez bıçakları aşımip daha fazla doku uzaklaştırılmadığında çürük temizleme işlemi sonlandırıldı. (Şekil 3.5) Keskin olmayan bir sond yardımıyla kavite tabanında çürük doku/sert doku varlığı kontrol edildi. Kavite tabanında çürük kalıp kalmadığı, operatör dışında birbirinden bağımsız ve tarafsız iki gözlemci tarafından tekrar kontrol edildi. Standardizasyonu sağlamak amacıyla her örnekte bir frez değiştirildi.



Şekil 3.5. Polimer rond frezle çürük uzaklaştırma işlemi

3.2.3. Seramik Frezle Çürük Uzaklaştırma

Seramik frezle çürük uzaklaştırma işlemi için minenin kaldırılmasında elmas rond frez, aerator yardımıyla yüksek hızda; sonrasında ise çürüğün temizlenmesinde seramik frez (Şekil 3.6) mikromotor yardımıyla düşük hızda kullanıldı. Dişlerdeki dentin çürüğü operatör tarafından dokunsal kriterlere (keskin olmayan bir sondun kavite tabanında gezdirilirken takılmamasına veya geri çekme hissini yokluğuna göre dentinde sert bir yüzey elde edilmesi) ve görsel kriterlere (herhangi bir renk bozulmasının/değişikliğinin olmaması) göre “çürük yok” skoru verilene kadar temizlendi. Kavite tabanında çürük kalıp kalmadığı, operatör dışında birbirinden bağımsız ve tarafsız iki gözlemci tarafından tekrar kontrol edildi. Standardizasyonu sağlamak amacıyla her örnekte bir frez değiştirildi.

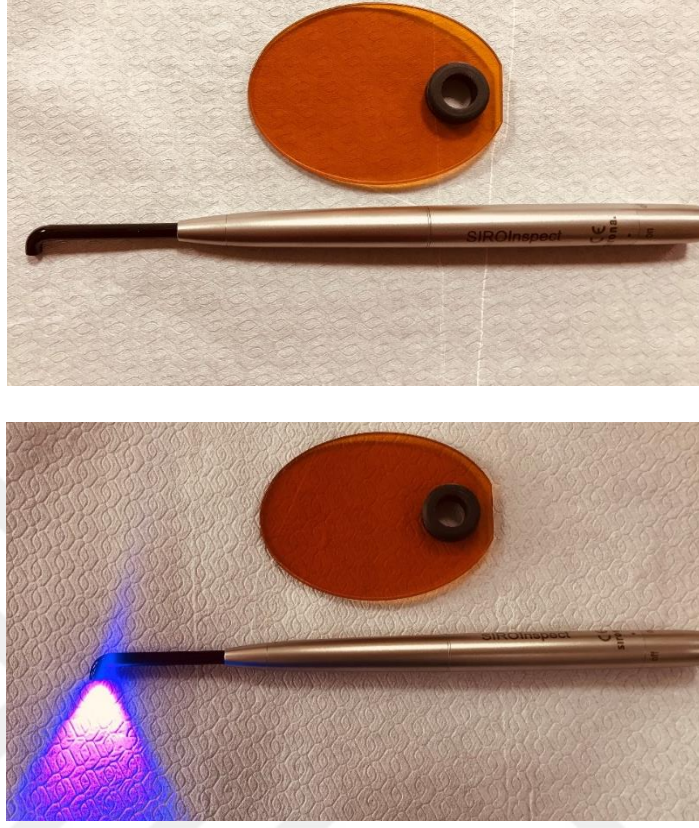


Şekil 3.6. Seramik rond frez

3.2.4. Transillüminasyon Yardımıyla Çürük Temizleme

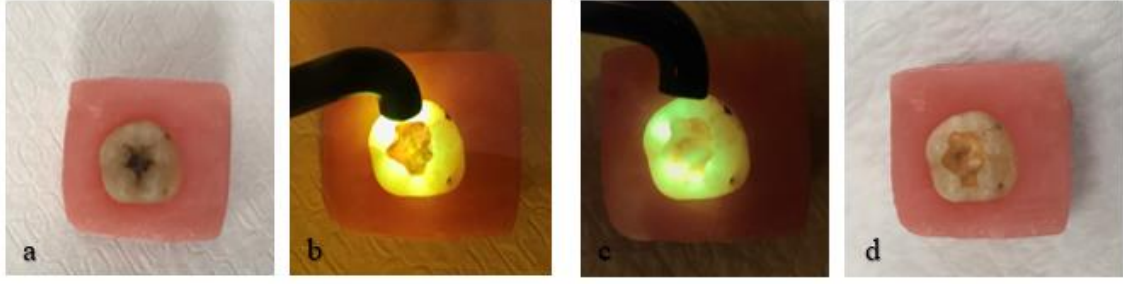
Transillüminasyon yöntemiyle çürük uzaklaştırma işlemi için lezyonun büyüklüğüne bakılmaksızın çürük lezyonuna ulaşabilmek amacıyla minenin kaldırılmasında aerator yardımıyla yüksek hızda elmas rond frez kullanıldı. Reflektör ışığı kapatıldıktan sonra floresans ışıkla kavite aydınlatıldı. (Siroinspect cihazı, 405 nm,

Sirona The Dental Company, İsviçre) 500 nm dalga boyu üzerindeki ışığı geçiren filtre yardımıyla kavite incelendi. (Şekil 3.7)



Şekil 3.7. Siroinspect Çürük Tespit Cihazı

Turuncu/kırmızı floresans görüntü veren kısımlardaki dokular çelik rond frez yardımıyla uzaklaştırıldı. Kavitede sadece yeşil alanlar gözlenene kadar temizleme işine devam edildi. (Şekil 3.8) Yeşil floresans yayan kahverengi/siyah alanlar, etkilenmiş dentin/çürüksüz olarak kabul edilerek bırakıldı. Kavite tabanında çürük kalıp kalmadığı, operatör dışında birbirinden bağımsız ve tarafsız iki gözlemci tarafından tekrar kontrol edildi. Standardizasyonu sağlamak amacıyla her örnekte bir frez değiştirildi.



Şekil 3.8. Transillüminasyon yöntemi ile çürük uzaklaştırma yöntemi. (b) ve (c) fotoğrafları kavitenin Siroinspect cihazı kullanılarak aydınlatılması esnasında filtre yardımıyla çekilmiştir.

3.3.5. Kemomekanik Yöntemle Çürük Uzaklaştırma

BRIX-3000 jel ile çürük temizleme öncesinde, gerekli olan durumlarda çürük lezyonuna ulaşılabilmesi için konvansiyonel yöntem için kullanılan elmas rond frezler aerator yardımıyla yüksek hızda kullanılarak mine uzaklaştırıldı. Üretici firma talimatları doğrultusunda çürük bölge nemlendirildikten sonra BRIX-3000 jel künt uçlu bir el aleti yardımıyla kaviteye yerleştirilerek 2 dk bekletildi. 1 dakika sonunda oksijen baloncuğu formasyonu gözlemlendi ve jelin rengi açık şeffaf griden bulanık bir renge dönüştü. Keskin olmayan bir ekskavatör yardımıyla önce çevresel duvarlar, sonra pulpa tavanı kürete edilerek temizlendi. Bu prosedür çürük doku tamamen uzaklaştırılıncaya kadar tekrar tekrar uygulandı. (Şekil 3.9) Jel uzaklaştırıldıktan sonra kavite suyla yıkayıp orta basınçta hava spreyi ile kurutuldu ve kavite tabanında çürük kalıp kalmadığı, operatör dışında birbirinden bağımsız ve tarafsız iki gözlemci tarafından tekrar kontrol edildi. Desteksiz kalan mine dokusu elmas rond frez yardımıyla yüksek devirde su soğutması altında uzaklaştırıldı.



Şekil 3.9. Kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma

3.3. Residüel Çürük Teşhisi

Çürük uzaklaştırma yöntemi kullanılan her örnekten sonra çürüğün yeterli düzeyde uzaklaştırılıp uzaklaştırılmadığı, birbirinden bağımsız ve tarafsız iki gözlemci tarafından göz ve sondla muayene ile değerlendirildi. Kavite içinde kalan dentin dokusu, renk ve sertlik açısından incelendi. Koyu sarı veya açık kahverengi renkteki ve sond ucunun kavite içinde penetre olduğu alanların çürük dentin dokusu olduğuna karar verildi ve bu bölgeler uzaklaştırıldı. Sondun ucunun dentin dokusuna penetre olmadığı koyu renkli sert alanlar kavitede bırakıldı.

3.4. Örneklerin Hazırlanması

Akrilik rezine gömülen dişler çürük uzaklaştırma işlemi tamamlandıktan sonra kavitenin orta noktasından bukkal-lingual doğrultuda su soğutması altında düşük devirli hassas kesme cihazı (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) ve 127 mm çapındaki ve 0.4 mm kalınlığındaki elmas kesme diski (Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) kullanılarak ikiye ayrıldı. (Şekil 3.10) Böylelikle, akrilik rezine gömülmüş olan her gruptaki 10 dişin ikiye ayrılmasıyla elde edilen her gruptaki 20 örneğin yarısı mikrosertlik ölçümleri, diğer yarısı ise mikrotensil ölçümleri için ayrıldı.



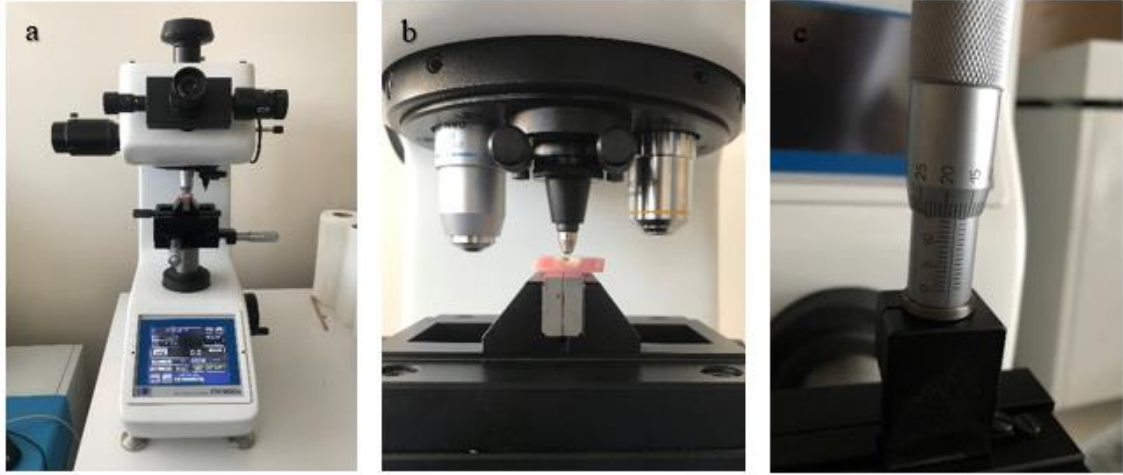
Şekil 3.10. İsoMet cihazı ve çürük uzaklaştırma yöntemlerinden biri uygulanmış olan örneğin bukko-lingual olarak ikiye ayrılması

3.5. Mikrosertlik Testi

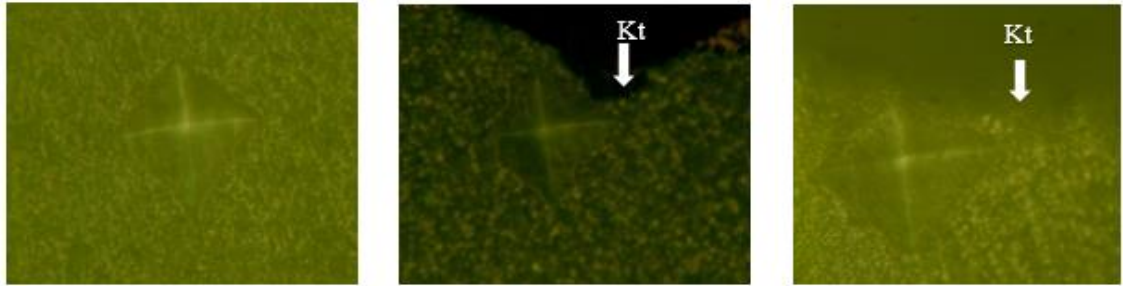
Mikrosertlik ölçümü için ayrılan örneklerde oluşan debrisleri uzaklaştırmak ve dezenfeksiyonu sağlamak amacıyla mikrosertlik ölçümü yapılmadan önce %1'lik sodyum hipoklorit içeren solüsyon içinde 1 dk bekletildi. Daha sonra distile su ile 1 dk süreyle yıkandı. Bu işlemin ardından örnekler , 800, 1000, 1200 ve 2000 grenli silikon karbit zımpara (Dempa P1, Metkon, Bursa, Türkiye) ve partikül büyüklüğü 1 µm olan elmas pasta (Diamond polish, Ultradent, ABD) ile polisaj işlemine tabi tutuldu.

Mikrosertlik ölçümü, mikrosertlik cihazı (Vickers-Fm800 (Tokyo/Japonya) kullanılarak yapıldı. İncelenecek olan, alt ve üst yüzeyi birbirine paralel hazırlanan diş kesit örnekleri ışık mikroskobunun tablası üzerine, diş kısmı yukarıya bakacak şekilde yerleştirildi. En düşük büyütmede (x10) kavite tabanının lokalizasyonu belirlendi. Daha sonra x40 büyütmede Vickers ucun uygulanacağı alan belirlendi. Ölçümler, oda sıcaklığında (23°C), Vickers ucun kesitlerdeki kavite tabanından başlanarak 25'er µm aralıklarla 50 g yükü ve 15 sn süreyle uygulanması ile 4 ölçüm gerçekleştirildi. (Şekil 3.11) Her ölçümün ardından Vickers uçla oluşan izin (Şekil 3.12) uzun köşegeninin ölçülmesi için x40 büyütmeğe geçildi. Köşegenin uzunluğu, ekrandaki yatay çizgilerin

köşegenin iki ucuna yerleştirilmesiyle ölçüldü. Mikrosertlik değerleri, köşegenin uzunluk verileri kullanılarak cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı. Her örnekten dört ölçüm alındı ve elde edilen Vickers mikrosertlik değerleri (VHN) kaydedildi.



Şekil 3.11. a-) Vickers mikrosertlik ölçüm cihazı. b-) Örneklerin tabla paralel yerleştirilmesi. c-) Ölçümler arası mesafeyi ayarlamaya yardımcı yön çubuğu



Şekil 3.12. Vickers uç tarafından oluşturulmuş izlerin görüntüleri (Kt: Kavite tabanı)

3.6. Mikrotensil Bağlanma Dayanımı Testi

Örneklerin oklüzal mine dokusu Isomet cihazı yardımıyla uzaklaştırıldıktan sonra Clearfil Universal Bond (Kuraray, Noritake Dental Inc.,Japonya), tek kullanımlık aplikatörler yardımıyla üretici firma talimatları doğrultusunda kavitedeki tüm dentin yüzeyine ovalanarak uygulandı, hafif basınçta hava yardımıyla inceltilerek uniform bir film tabakası oluşturuldu ve 10 sn ışık uygulandı. (Şekil 3.13)

Kompozit rezin (Universal Restoratif 200, 3M ESPE, ABD), dentin yüzeyine 3-4 mm kalınlıkta olacak şekilde 2 tabaka halinde yerleştirildi ve her tabaka 20 sn boyunca polimerize edildi. Restoratif aşamada kullanılan malzemeler Tablo 3.3'te verilmiştir. Restoratif kısım tamamlandıktan sonra örnekler 24 saat 37 °C distile suda bekletildi.

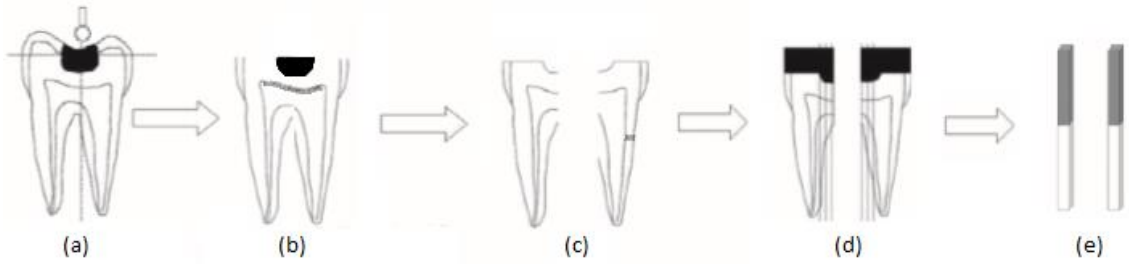
Tablo 3.3. Çalışmada Kullanılan Materyallerin İçerikleri/Tipi ve Üretici Firmaları

Adeziv Sistem	İçerik	Üretici Firma
Clearfil Universal Bond (Universal adeziv) LOT No: 000017	Bis-GMA, HEMA, etanol, 10-MDP, hidrofilik alifatik dimetakrilat, koloidal silica, D-Lkamforkinon, silan, akseleratör, initiatör, su	Kuraray, Noritake Dental Inc., Japan
Restoratif Materyal	Tipi	Üretici Firma
Universal Restoratif 200 LOT No: N926354	Işıklı sertleşen kompozit	3M ESPE, St Paul, MN, USA
Akrilik Materyal	Tipi	Üretici Firma
Takilon Cold-Curing Dental Polymer Powder	Soğuk akril	ADD, Beyoğlu, İstanbul
Işık Cihazı	Tipi	Üretici Firma
Woodpecker LED. D	LED ışık cihazı Işık yoğunluğu: 800-1000 mW/cm ²	Guilin Woodpecker Medical Instrument Co. Guangxi, China



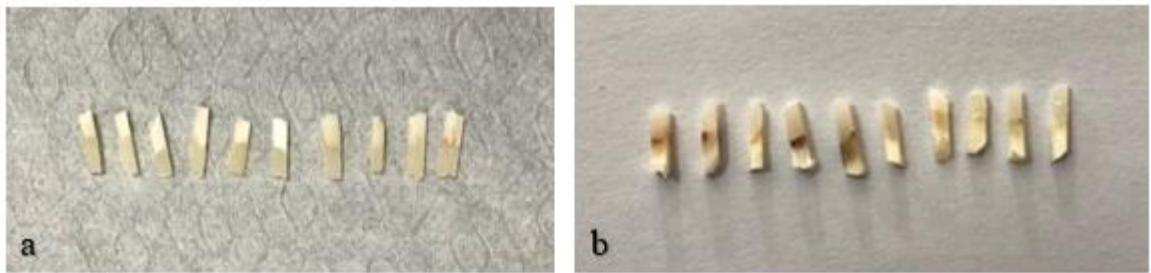
Şekil 3.13. Restoratif prosedürler uygulanırken kullanılan malzemeler

Bekletme süresinin sonunda akril bloklar, CAD/CAM blok tutucularına yapıştırıldıktan sonra dişler bağlanma ara yüzelerine dik olacak şekilde 1 mm kalınlığında dilimler elde edildi. (Şekil 3.14) Ardından tutucu akril bloğun diğer yüzeyine yapıştırıldı ve dişler tekrar 1 mm kalınlıkta dilimlendi ve her grupta ortalama 30 adet $1 \pm 0.2 \text{ mm}^2$ kesit alanına sahip çubuk şekilli örnekler elde edildi. (Şekil 3.15)



Şekil 3.14. Mikrotensil testi için örneklerin hazırlanmasının şematik gösterimi

(a): çürük uzaklaştırma işlemi, (b): oklüzal mine dokusunun uzaklaştırılması, (c) dişlerin bukkal-lingual doğrultuda ikiye ayrılması, (d): restoratif aşamanın tamamlanması ve kavite tabanını içeren kısımlardan kesit alınarak çubuk elde edilmesi, (e): 1 mm^2 kesit alanına sahip çubuklar

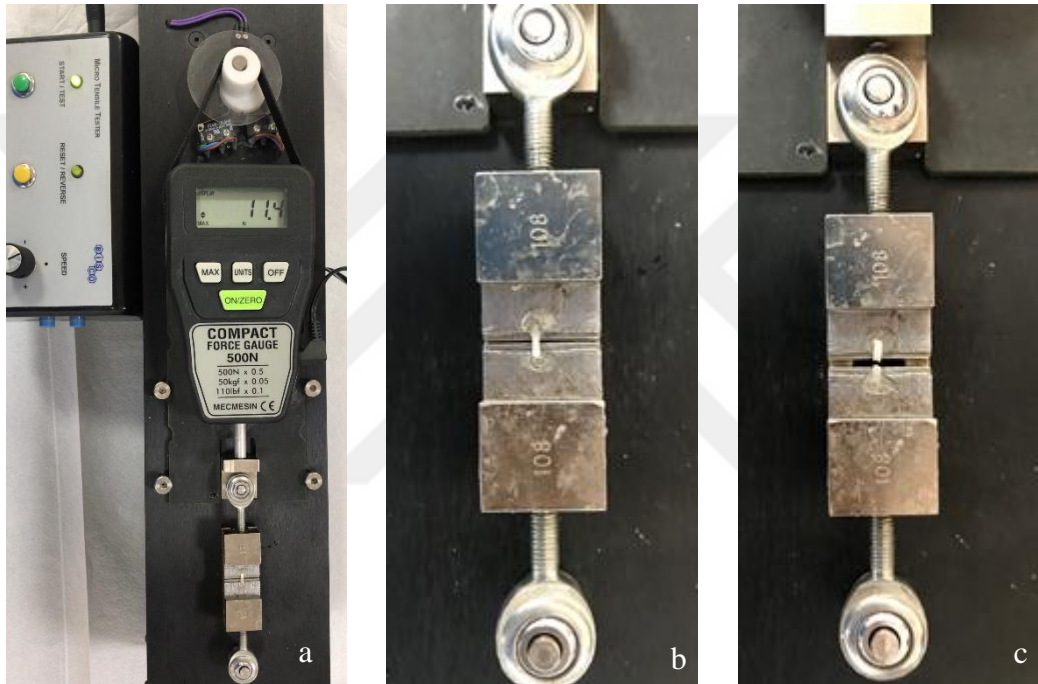


Şekil 3.15. Mikrotensil bağlanma dayanım testi için hazırlanan 1 mm^2 kesit alanına sahip örnekler

(a: kontrol grubu, b: çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulandığı grup)

Bir dijital mikrometreyle (Mitutoyo, Japan) test edilecek örneklerin kenar uzunlukları ölçülerek bağlanma yüzey alanı hesaplandı. Daha sonra örnekler

mikrotensil cihazının (Micro Tensile Tester, BISCO, Inc., Schaumburg, IL, USA) test bloğuna siyanoakrilat yapıştırıcı (Akfix 705, İstanbul, Türkiye) ile iki ucundan yapıştırıldı. Örnekte kopma olana kadar 1 mm/dk hız ile tensil kuvveti uygulandı. (Şekil 3.16) Newton (N) cinsinden elde edilen kırılma değerleri; MPa = Kuvvet (Newton) / Alan (mm²) formülüyle megapaskal (MPa)'a çevrilerek kaydedildi.



Şekil 3.16. (a) Mikrotensil test cihazı. (b) İki ucundan düzeneğin iki tarafına sabitlenmiş örnek. (c) Test sonrası kopma gerçekleşmiş örnek

3.7. Elemental Yüzey Analizi (SEM-EDS)

Çalışmanın bu aşamasında geleneksel yöntem (çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez), kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemi uygulamalarını içeren beş farklı çürük uzaklaştırma işleminin dentinin kompozisyonu üzerine olan etkileri Enerji Dağılımsal X-Işını Spektroskopi Analizi (SEM-EDS) ile incelendi.

3.7.1. SEM Örneklerin Hazırlanması

Çürük dokusu çelik rond frez, seramik rond frez, polimer frez, kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemleri ile uzaklaştırılmış dişlerin kök kısımları mine-sement sınırının 2 mm altından kesilerek uzaklaştırıldı. Örnekler kavitenin orta noktasından bukkolingual doğrultuda, su soğutması altında düşük devirli hassas kesme cihazı (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) ve elmas kesme diski (Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) ile ikiye ayrıldı. İkiye ayrılan dişlerin birer yarısı ölçüm için kullanıldı; böylelikle her bir grupta 2 adet olmak üzere toplam 12 adet örnek elde edildi.

3.7.2. SEM Prosedürü

Hazırlanan örnekler fiksasyon sağlamak için hemen 0.1 M sodyum kakodilat (Sigma-Aldrich, LOT #SLBR7155V, ABD) ile tamponlanmış pH'ı 7.4 olan %2.5'lük gluteraldehit solüsyonuna (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) konuldu ve 4°C'de en az 12 saat saklandı. Fiksasyondan sonra örnekler pH'ı 7.4 olan 0.2 M sodyum kakodilat tamponu ile 3 kez 20'şer dakika ve takiben distile su ile 1 dakika yıkandı. Daha sonra artan konsantrasyonlarda etanol solüsyonunda (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) dehidrate edildi. Bunun için sırasıyla %25, %50 ve %75'lik etanolde 20'şer dk, %95'lik etanolde 30 dk ve %100'lük etanolde 60 dk bekletildi. Örnekler kimyasal olarak sertleşen bir epoksi rezine (EpoFix kit, Struers, Danimarka) üretici firmanın talimatlarına göre gömüldü. Polimerizasyonun tamamlanması için 12 saat beklendi. Daha sonra 800, 1000 ve 1200 nolu silikon karbit zımparalar (Metkon, Bursa, Türkiye) ile örnekler ve örneklerin gömüldüğü epoksi kalıplar aşındırıldı. Daha sonra 1 µm'lik elmas parlatma pastası (Diamond polish, Ultradent, ABD) kullanılarak polisajları gerçekleştirildikten sonra distile su ile yıkanarak hava ile kurutuldu. Kapaklı cam bir petri içindeki filtre kağıdının üzerinde oda sıcaklığında kurutulmaya bırakıldı. (Şekil 3.17)



Şekil 3.17. SEM-EDS ölçümü için hazırlanmış örnekler

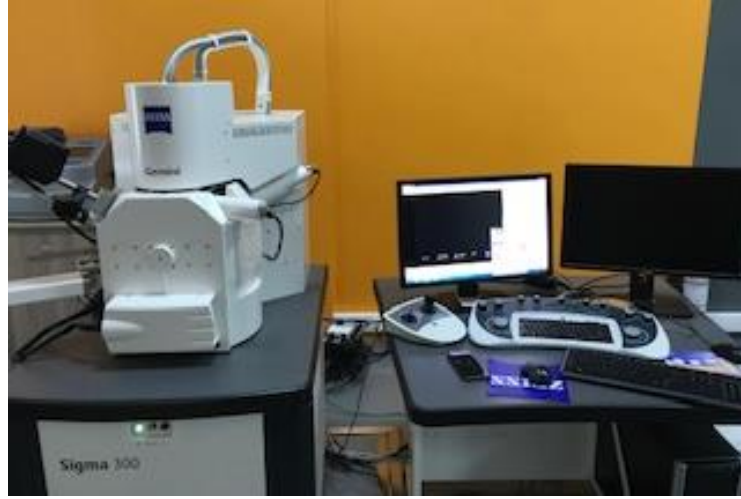
3.7.3. SEM-EDS Ölçümü

Örnekler, karbon bantlar aracılığıyla numune tutucuya monte edildikten sonra altın kaplama cihazında 10 nm kalınlığında altın ile kaplandı. (Şekil 3.18)



Şekil 3.18. Altın kaplama cihazı ve altın kaplama işlemi tamamlanmış örnekler

Örnekler SEM-EDS cihazında (Zeiss-GeminiSEM, Almanya) (Şekil 3.19), 10 kV voltajla, x1000 ve x4000 büyütmede incelendi. SEM-EDS ölçümü için her gruptan ikişer örnek kullanıldı. Öncelikle tüm örneklerde kavite tabanı belirlendi ve kavite tabanının 25 μm altında birbirine eşit uzaklıkta 3 nokta saptandı. Saptanmış olan bu üç noktadan ölçüm gerçekleştirildi. Böylelikle kimyasal analiz için her grupta 3 olmak üzere toplam 36 adet ölçüm alınmış oldu. Her örnekten elde edilen kalsiyum ağırlığı, fosfor ağırlığı ve kalsiyum-fosfor oranı yüzde cinsinden kaydedildi.



Şekil 3.19. SEM-EDS Cihazı

3.8. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 20.0 Software (SPSS Inc, Chiago, IL, ABD) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Tüm testler için anlamlılık düzeyi $p=0.05$ olarak alındı. Kolmogorov Smirnov testine göre örneklerin tamamı normal dağılım gösterdi.

Farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri kullanılarak elde edilen örneklerin mikrosertlik değerlerinin karşılaştırılması tek yönlü ANOVA testi kullanılarak gerçekleştirildi.

Çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemleri kullanılarak çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerin mikrosertlik değerlerine ait gruplar arası farkların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanıldı.

Farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri kullanılarak elde edilen örneklerin mikrotensil bağlanma dayanımı testi sonucu MPa cinsinden elde edilen değerlerin karşılaştırılması tek yönlü ANOVA testi kullanılarak gerçekleştirildi. Post hoc testi olarak Duncan testi kullanıldı.

4. BULGULAR

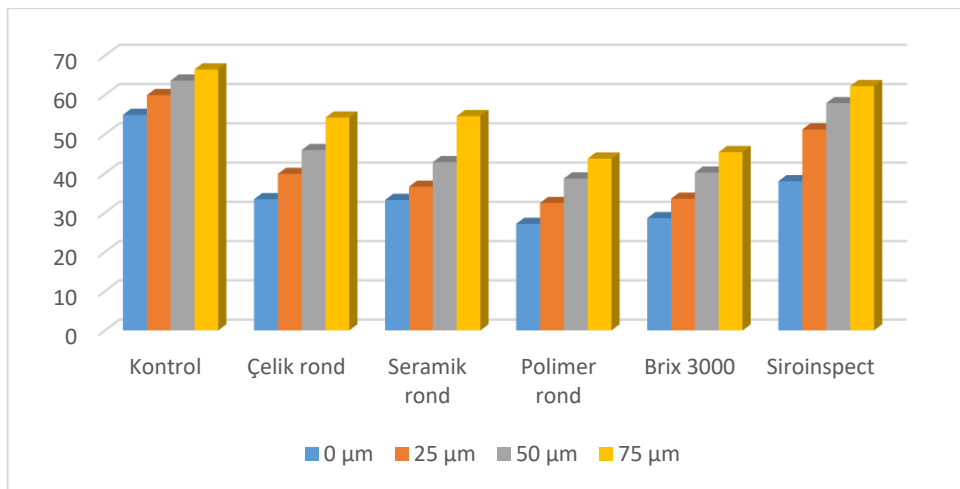
4.1. Mikrosertlik Testi Bulguları

Çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemleri kullanılarak çürük lezyonlarının uzaklaştırılması sonrasında ilk ölçüm kavite tabanından başlamak üzere 25 µm aralıklarla pulpa tavanı yönünde ilerlenerek yapılan 4 ayrı noktadan mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirildi (Şekil 14). Bu ölçümlerin sonucunda elde edilen ortalama Vicker's mikrosertlik değerleri (VHN) ve standart sapmaları Tablo 4.1'de görülmektedir.

Tablo 4.1. Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait mikrosertlik (VHN) ve standart sapma değerleri

	(n)	0 µm	25 µm	50 µm	75 µm	p
Kontrol	10	54,91 ± 3,61 ^{C,a}	59,93 ± 4,57 ^{B,a}	63,63 ± 4,23 ^{A,a}	66,47 ± 2,48 ^{A,a}	0,00
Çelik rond	10	33,40 ± 2,42 ^{D,c}	39,87 ± 3,44 ^{C,c}	45,94 ± 1,99 ^{B,c}	54,21 ± 3,08 ^{A,c}	0,00
Seramik rond	10	33,23 ± 2,28 ^{D,c}	36,6 ± 1,48 ^{C,d}	42,85 ± 2,04 ^{B,d}	54,56 ± 3,6 ^{A,c}	0,00
Polimer rond	10	27,14 ± 4,95 ^{D,d}	32,45 ± 3,49 ^{C,e}	38,69 ± 1,00 ^{B,e}	43,75 ± 2,07 ^{A,d}	0,00
BRIX-3000	10	28,60 ± 4,72 ^{D,d}	33,54 ± 4,47 ^{C,de}	40,20 ± 3,72 ^{B,e}	54,41 ± 3,48 ^{A,d}	0,00
Siroinspect	10	38,00 ± 4,83 ^{D,b}	51,18 ± 2,65 ^{C,b}	57,88 ± 1,86 ^{B,b}	62,22 ± 1,69 ^{A,b}	0,00
p		0,000	0,000	0,000	0,000	

Farklı küçük harfler sütunlardaki, farklı büyük harfler satırlardaki istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir ($p < 0.05$).



Şekil 4.1. Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait mikrosertlik değerlerine (VHN) ait grafik

Kontrol grubunda kavite tabanında (0 µm) ölçülen mikrosertlik değerleri; 25 µm seviyesindeki mikrosertlik değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulundu ($p<0.05$). 25 µm seviyesindeki mikrosertlik değerleri; 50 µm ve 75 µm seviyelerindeki mikrosertlik değerlerine göre anlamlı oranda düşük bulundu ($p<0.05$). 50 µm ve 75 µm seviyelerindeki mikrosertlik değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi ($p>0.05$).

Çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, BRIX-3000 ve Siroinspect gruplarında 0 µm, 25 µm, 50 µm ve 75 µm seviyelerindeki mikrosertlik değerleri istatistiksel olarak birbirinden anlamlı oranda farklı bulundu ($p<0.05$).

Kavite tabanındaki (0 µm) mikrosertlik değerleri kıyaslandığında en yüksek değerlerin ($54,91 \pm 3,61$) kontrol grubunda, en düşük değerlerin ($27,14 \pm 4,95$) ise polimer rond frez grubunda olduğu görüldü. Kontrol grubundan sonra ikinci en yüksek mikrosertlik değerleri ($38,00 \pm 4,83$) Siroinspect grubundan elde edildi ve çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, Brix 3000 gruplarına göre de anlamlı oranda yüksek olduğu bulundu ($p<0.05$). Çelik rond frez ve seramik rond frez grupları arasında anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0.05$); polimer rond frez ve Brix 3000 grupları mikrosertlik değerlerine göre anlamlı oranda yüksek bulundu ($p<0.05$). Polimer rond frez ve BRIX-3000 grupları mikrosertlik değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

25 µm seviyesindeki ölçümlerde en yüksek değerlerin ($59,93 \pm 4,57$) kontrol grubunda, en düşük değerlerin ($32,45 \pm 3,49$) ise polimer rond frez grubunda olduğu görüldü. Kontrol grubundan sonra ikinci en yüksek mikrosertlik değerleri ($51,18 \pm 2,65$) Siroinspect grubunda görüldü ve çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, BRIX-3000 gruplarına göre anlamlı oranda yüksek olduğu bulundu ($p<0.05$). Çelik rond frez grubu mikrosertlik değerlerinin; seramik rond frez, polimer rond ve BRIX-

3000 gruplarına göre anlamlı oranda yüksek olduğu tespit edildi ($p<0.05$). Seramik rond frez, polimer rond frez grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0.05$). BRIX-3000 ile polimer rond frez grupları arasında ve BRIX-3000 ile seramik rond gruplarındaki mikrosertlik değerleri arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$).

50 μm seviyesindeki ölçümlerde en yüksek değerlerin ($63,63 \pm 4,23$) kontrol grubunda en düşük değerlerin ($38,69 \pm 1,00$) ise polimer rond frez grubunda olduğu görüldü. Kontrol grubundan sonra ikinci en yüksek mikrosertlik değerleri ($57,88 \pm 1,86$) Siroinspect grubunda görüldü ve çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, BRIX-3000 gruplarına göre de anlamlı oranda yüksek olduğu bulundu ($p<0.05$). Çelik rond frez grubu mikrosertlik değerlerinin; seramik rond frez, polimer rond ve BRIX-3000 gruplarına göre anlamlı oranda yüksek olduğu tespit edildi ($p<0.05$). Seramik rond frez grubundaki mikrosertlik değerleri; polimer rond frez ve Brix 3000 gruplarına göre anlamlı oranda yüksek bulundu. ($p<0.05$) BRIX-3000 ve polimer rond frez gruplarındaki mikrosertlik değerleri arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$).

75 μm seviyesindeki ölçümlerde en yüksek değerlerin ($66,47 \pm 2,48$) kontrol grubunda en düşük değerlerin ($43,75 \pm 2,07$) ise polimer rond frez grubunda olduğu görüldü. Kontrol grubundan sonra ikinci en yüksek mikrosertlik değerleri ($62,22 \pm 1,69$) Siroinspect grubunda görüldü ve çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, BRIX-3000 gruplarına göre de anlamlı oranda yüksek olduğu bulundu ($p<0.05$). Çelik rond frez ve seramik rond frez grupları arasında anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0.05$); polimer rond frez ve BRIX-3000 grupları mikrosertlik değerlerine göre anlamlı oranda yüksek bulundu ($p<0.05$). Polimer rond frez ve BRIX-3000 grupları arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

4.2. Mikrotensil Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları

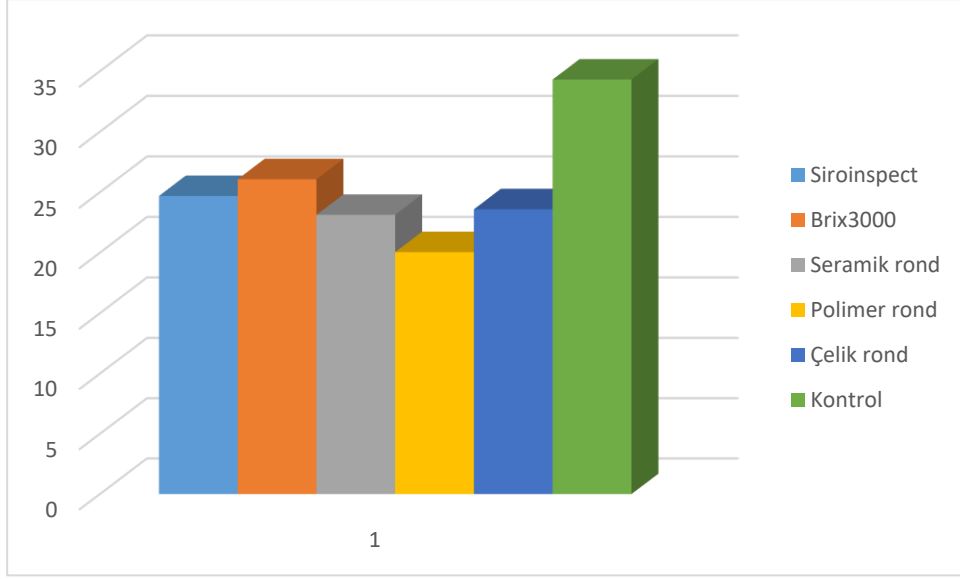
Elde edilen bulgulara göre; gruplar arası anlamlı farklılık tespit edildi ($p<0.05$). Tüm gruplar içerisinde en yüksek bağlanma dayanım değerleri ($34,31 \pm 6,67$) kontrol grubunda, en düşük bağlanma dayanım değerleri ise ($20,05 \pm 4,74$) polimer rond frez grubunda görüldü ($p<0.05$) (Tablo 4.2).

Kontrol grubu mikrotensil değerlerinin, diğer tüm gruplara göre anlamlı oranda yüksek olduğu tespit edildi. İkinci en yüksek mikrotensil değerleri BRIX-3000 grubunda görüldü. BRIX-3000 grubu, seramik rond ve polimer rond frez gruplarıyla kıyaslandığında anlamlı derecede yüksek olduğu değerler elde edildi ($p<0.05$). Seramik rond frez grubu mikrotensil değerlerinin, polimer rond frez grubu mikrotensil değerlerine göre anlamlı oranda yüksek olduğu tespit edildi ($p<0.05$). Çelik rond frez ve Siroinspect grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Çelik rond frez ve Siroinspect gruplarının, polimer rond frez grubundan anlamlı oranda yüksek olduğu görüldü ($p<0.05$).

Tablo 4.2. Gruplara ait mikrotensil bağlanma dayanım değerleri (Ortalama \pm Standart Sapma) (MPa)

Gruplar	Örnek sayısı (n)	Mikrotensil bağlanma dayanım değerleri (MPa)
Kontrol	10	$34,31 \pm 6,67^A$
Çelik rond	10	$23,59 \pm 4,37^{BC}$
Seramik rond	10	$23,13 \pm 5,27^C$
Polimer rond	10	$20,05 \pm 4,74^D$
BRIX-3000	10	$26,07 \pm 5,26^B$
Siroinspect	10	$24,69 \pm 4,74^{BC}$

Farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.



Şekil 4.2. Mikrotensil bağlanma dayanım değerlerine ait grafik

4.3. SEM-EDS Bulguları

Çürüğün uzaklaştırılmasından sonra her grubu temsilen hazırlanan iki örnek üzerinde kalan dentinde ağırlıkça kalsiyum ve fosfor miktarlarının tespiti için SEM-EDS analizi yapıldı. Bunun için kavite tabanının 25 µm altından ve her örnekten 3 ölçüm olmak üzere toplam 36 ölçüm yapıldı. Dentin dokusundaki çürük lezyonlarının farklı yöntemler kullanılarak uzaklaştırılmasından sonra gerçekleştirilen atomik analize ait bulgular Tablo 4.3'te gösterilmektedir. Örneklere ait taramalı elektron mikroskop fotoğrafları ve kalsiyum ve fosfor miktarlarının belirlendiği SEM-EDS spektrumu sırasıyla Şekil 4.3 ve 4.4'te sunulmuştur.

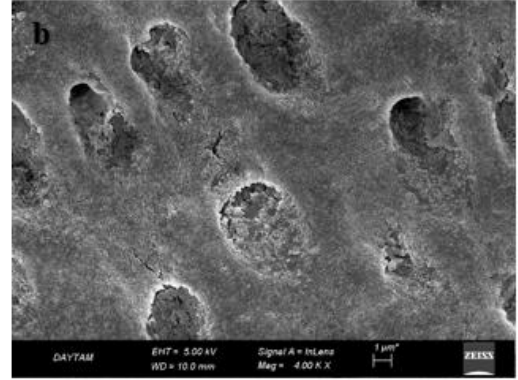
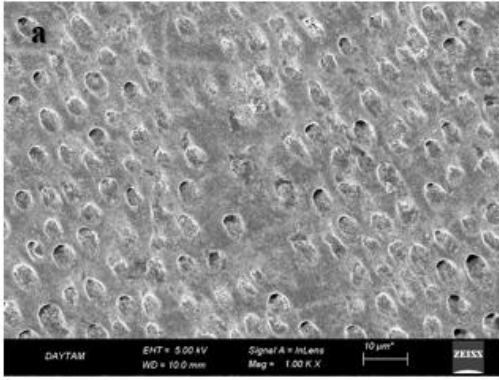
Geleneksel yöntemlerle, kemomekanik yöntemle ve transillüminasyon yöntemiyle çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra kalan dentin dokusundaki ağırlıkça ve atomik kalsiyum (Ca), fosfor (P) miktarları ortalaması ile ağırlıkça kalsiyum fosfor oranı (Ca/P) tabloda verilmiştir. (Tablo 4.3)

Tablo 4.3. Kalan dentin dokusundaki ağırlıkça ve atomik kalsiyum (Ca), fosfor (P) miktarları ortalaması ile ağırlıkça kalsiyum fosfor oranı (Ca/P)

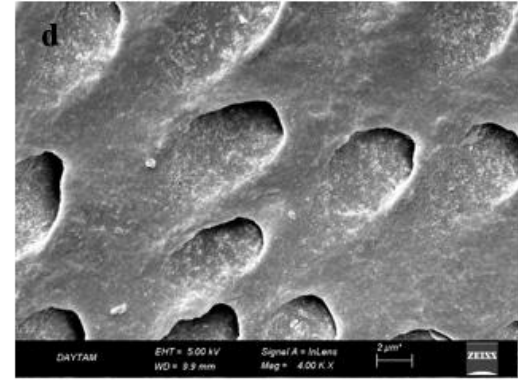
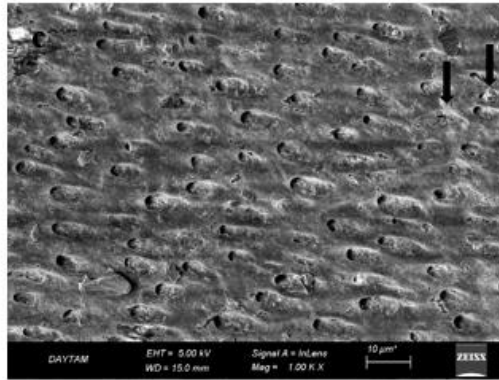
Gruplar	Ca ağırlık %	Ca atomik %	P ağırlık %	P atomik %	Ca:P %w
Kontrol	47,76	41,41	52,22	58,59	0,91
Çelik rond	47,70	41,35	52,23	58,65	0,91
Seramik rond	53,72	47,45	46,28	52,55	1,16
Polimer rond	26,60	24,03	73,40	77,92	0,36
BRIX-3000	52,02	45,60	47,98	53,99	1,08
Siroinspect	52,27	45,85	47,73	54,15	1,09

Ağırlıkça en yüksek (53,72) Ca oranı seramik rond grubunda, en düşük (26,60) Ca oranı polimer rond frez örneklerinde görüldü. Ağırlıkça en yüksek (73,40) P oranı polimer rond grubunda, en düşük (46,28) P oranı seramik rond örneklerinde tespit edildi. Atomik yüzde olarak bakıldığında en yüksek (47,45) Ca değerleri seramik rond frez grubunda, en düşük (24,03) Ca değerleri ise polimer rond frez örneklerinde elde edildi. Atomik olarak en yüksek (77,92) P yüzdesi polimer rond frez örneklerinde, en düşük (53,99) P yüzdesi BRIX-3000 örneklerinde görüldü. Ağırlıkça en yüksek (1,16) Ca/P oranı seramik rond örneklerinde, en düşük (0,36) Ca/P oranı polimer rond frez örneklerinde elde edildi.

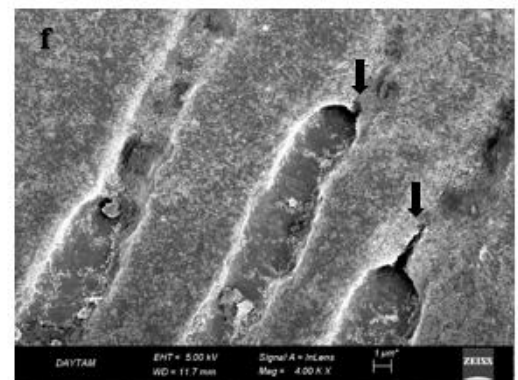
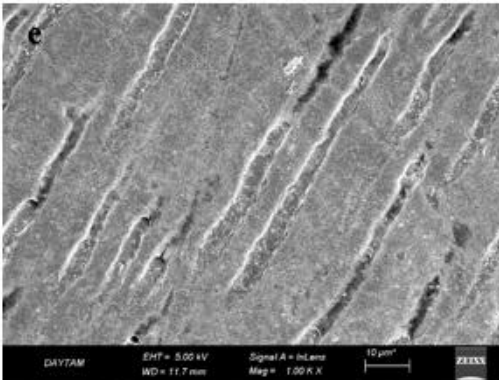
Kontrol grubu



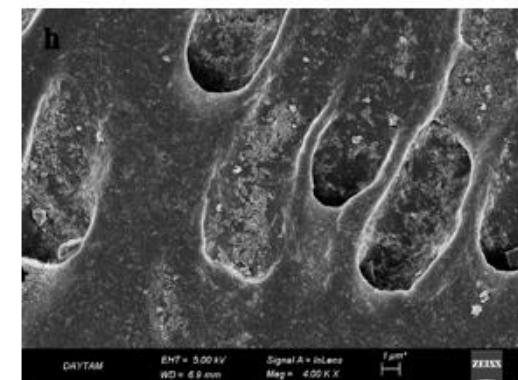
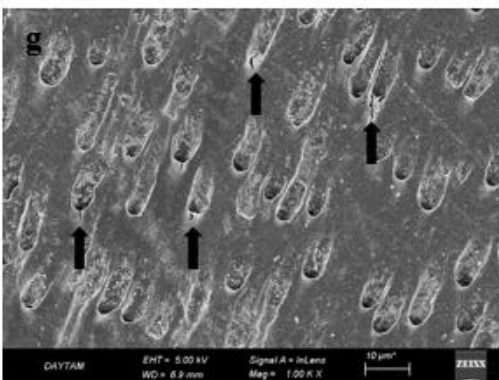
Çelik rond frez grubu

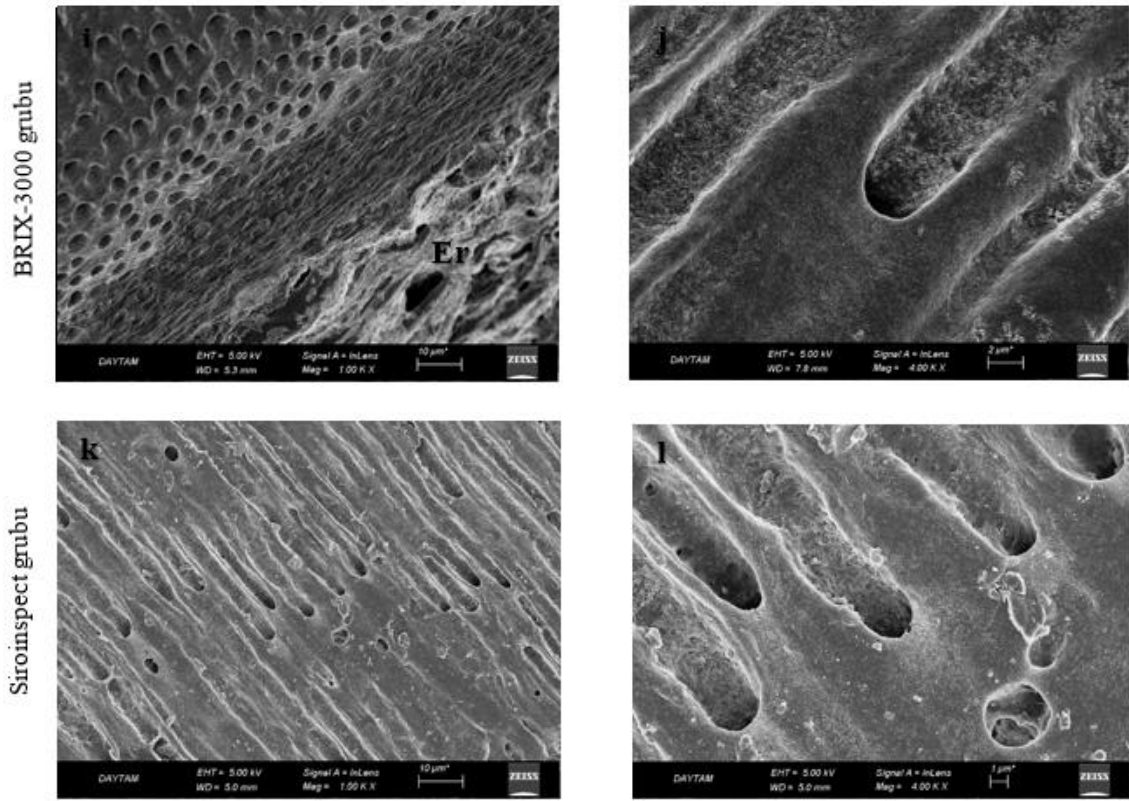


Seramik rond frez grubu



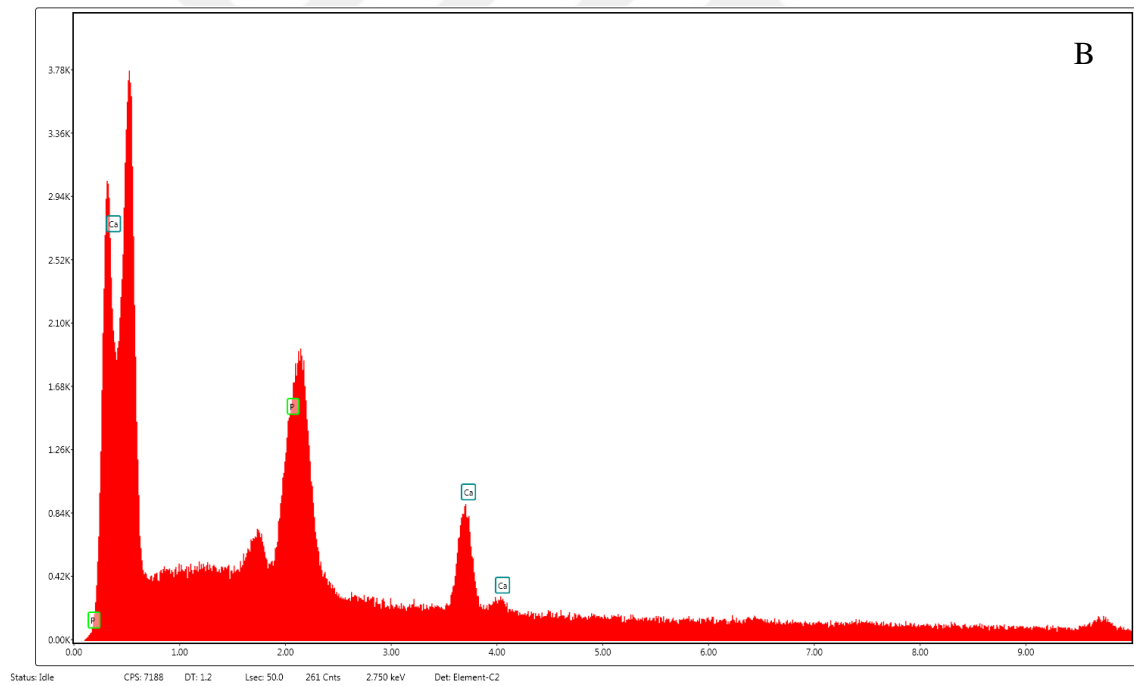
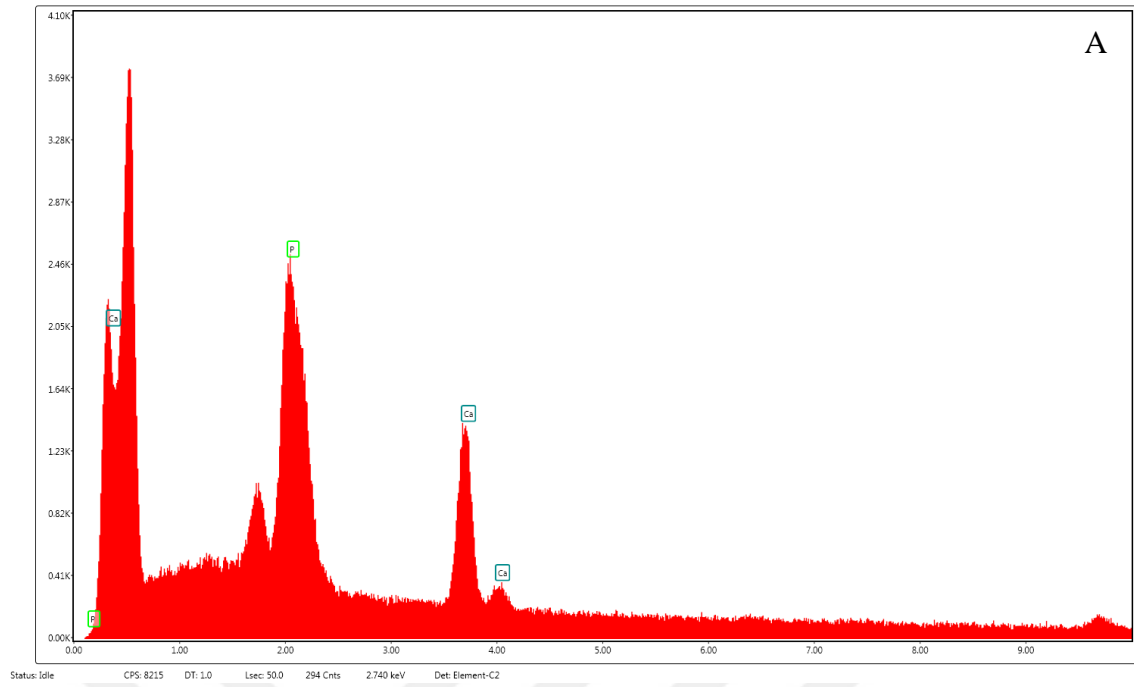
Polimer rond frez grubu

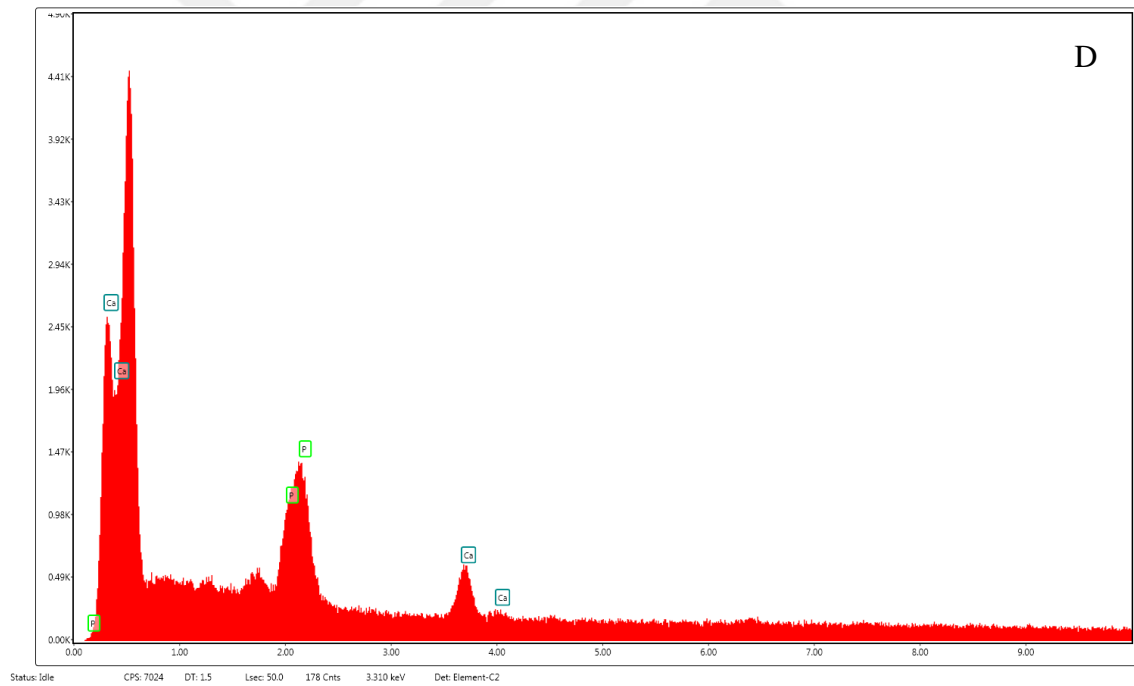
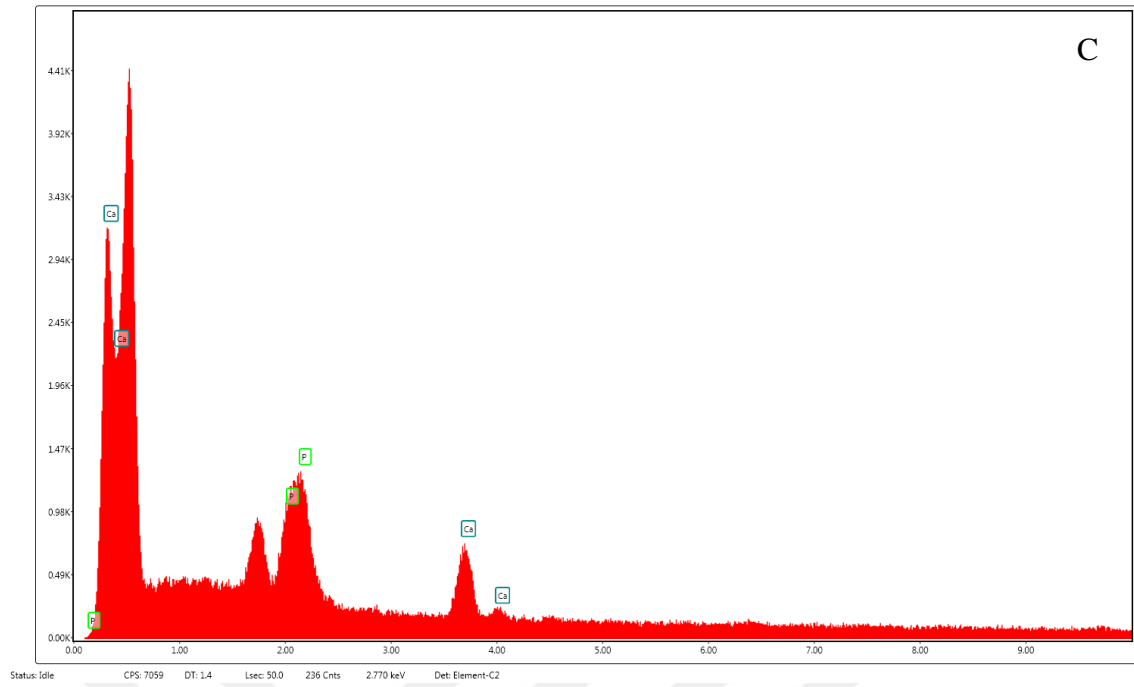


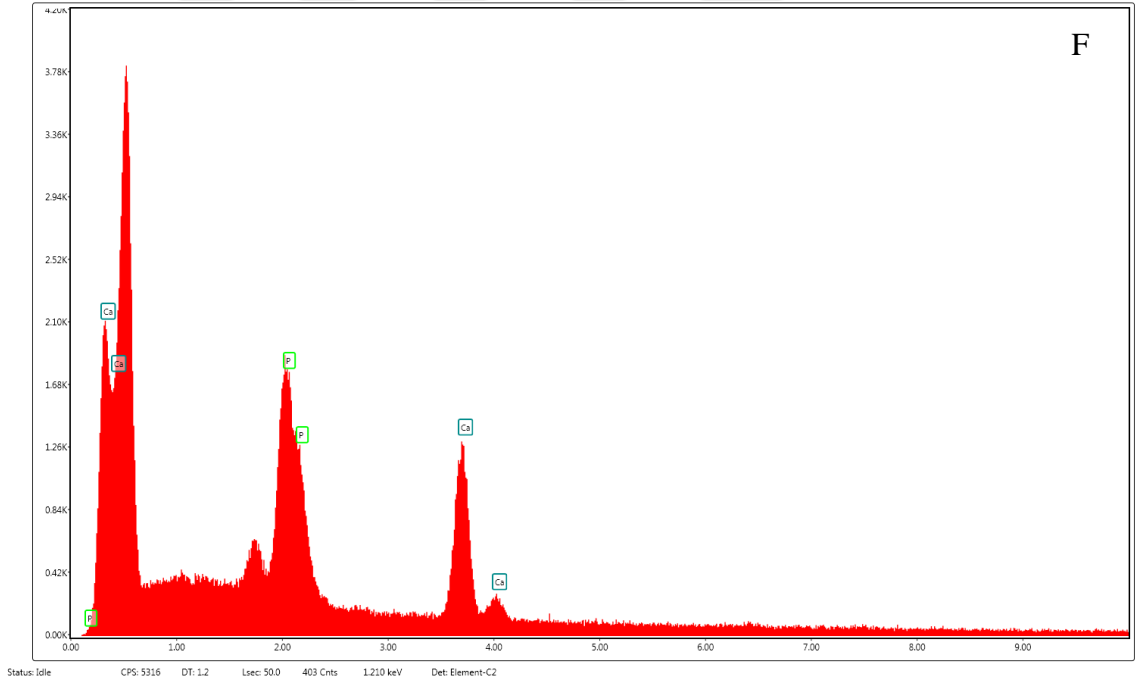
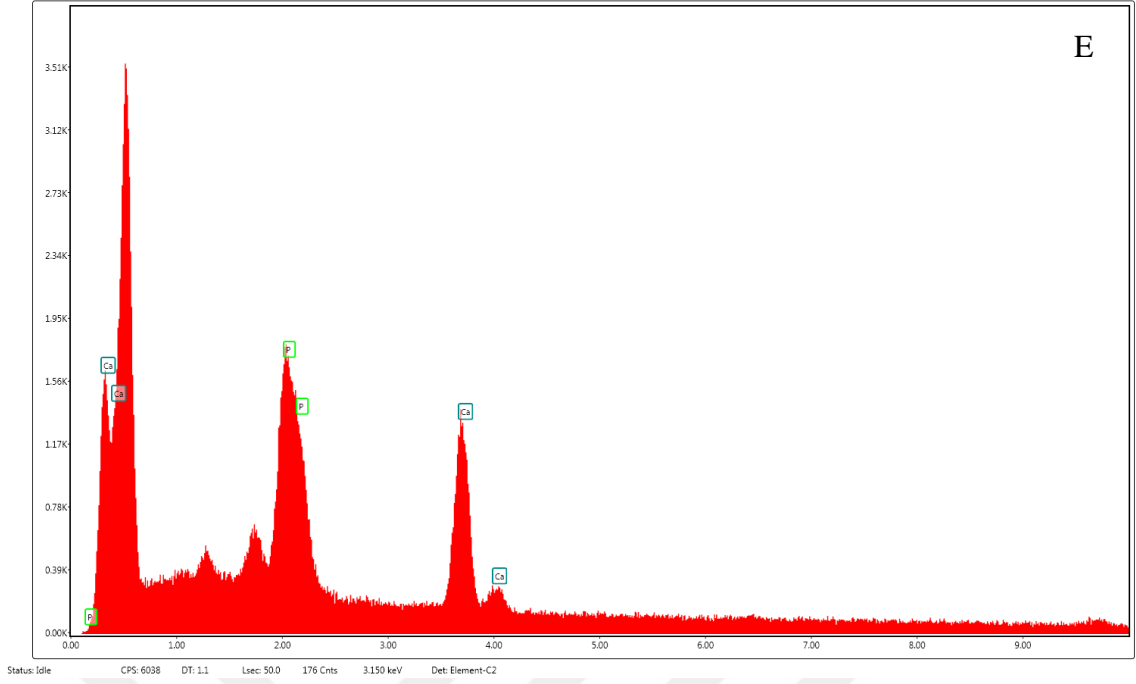


Şekil 4.3. Farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri kullanılarak dentin çürüğünün uzaklaştırılması sonrası kalan dentin yüzeyine ait taramalı elektron mikroskobu görüntüleri (SEM)

Kontrol grubu: (a) Yüzeiden alınan SEM görüntüsünde smear tabaka ile kaplı dentin yüzeyi görülmektedir. (b) Dentin tübüllerinin parsiyel olarak tıkalı görüntüsü / **Çelik rond frez :** (c) Çürük uzaklaştırıldıktan sonra kısmen ve düzensiz bir smear tabakasıyla örtülmüş yüzey. Tübul ağzları ve tübülde sıkışmış dentin artıkları izlenebilmekte (oklarla gösterilmiştir). (d) Daha yüksek büyütmede (x4000) belirgin bir şekilde görülen tübul ağzları. (d) / **Seramik rond frez:** (e) Çürük uzaklaştırıldıktan sonra görülen düzensiz bir yüzey, kısmen tıkalı ve smear tabakasıyla örtülmüş dentin tübülleri. (f) Çürük uzaklaştırma işlemi sırasında oluşan mikroçatlaklar oklarla gösterilmiştir. / **Polimer rond frez:** (g) Parsiyel olarak tıkanmış dentin tübülleri, düzensiz ve yoğun olmayan bir smear tabakasıyla kaplı dentin yüzeyi. Çürük uzaklaştırma işlemi sırasında oluşan mikroçatlaklar oklarla gösterilmiştir. (h) Daha yüksek büyütmede tübüllerin tıkanıklığını daha net görülebilmektedir. / **BRIX-3000:** (i) Smear tabakası gözlenmeyen pürüzlü ve düzensiz dentin yüzeyi. (Er: Epoksi rezin) (j) Daha yüksek büyütmede (x4000) belirgin bir şekilde görülen dentin tübülu ağzı. / **Siroinspect:** (k) Çürük uzaklaştırıldıktan sonra kısmen smear tabakasıyla örtülmüş düzensiz bir dentin yüzeyi. (l) Daha yüksek büyütmede (x4000) belirgin bir şekilde görülen tübul ağzları ve tübülde sıkışmış dentin artıkları izlenebilmektedir. (a,c,e,g,i,k x1000 büyütme, b,d,f,h,j,l x4000 büyütme)







Şekil 4.4. Kontrol grubu (A) ve çürük dokusunun çelik rond frez (B), seramik rond frez (C), polimer rond frez (D), BRIX-3000 (E) ve Siroinspect (F) ile uzaklaştırıldığı örneklere ait kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) miktarlarının belirlendiği SEM-EDS spektrumu ve atomik analiz sonucuna ait grafikler. Spektrumda Ca ve P elementlerinin peak noktaları izlenmektedir. Peak genişliği Ca ve P miktarını belirlemektedir.

5. TARTIŞMA

İlerleyen teknolojiyle birlikte çürüklerin ayrıntılı ve erken teşhisi konservatif tedavi yaklaşımlarında minimal invaziv tedavi konsepti olarak adlandırılan yenilikçi yöntemlerin doğmasına neden olmuştur. Bu konseptte çürük kavitesi henüz oluşmamış demineralize mine ve dentin dokularının remineralizasyonunun sağlanması, belirli periyotlarda kontrol edilerek gereken önlemlerin alınması önerilmektedir.¹⁷⁶ Remineralize olmuş kuru çürüklerin ya da aktif lezyonların inaktif lezyonlara dönüşebileceğinin klinik olarak gözlenmesi; çürük lezyonlarının restorasyon yapılmadan da takip edilebileceği düşüncesini, dolayısıyla minimal invaziv tedavi yaklaşımını desteklemektedir.¹⁷⁷

Çürük lezyonları içeren dişlerde yapılan kavite preparasyonunun amaçlarından biri enfekte dentin dokusunu uzaklaştırmaktır.¹⁷⁵ Çürük dokusunun uzaklaştırılması geleneksel olarak mekanik prensipler kullanılarak frezler ve ekskavatörler gibi keskin kenarlı el aletleri ile yapılmaktadır.¹⁷⁸ Minimal invaziv yaklaşım, geleneksel yöntemlerle hazırlanan kavitelere gereğinden fazla doku uzaklaştırılmasının söz konusu olduğunu savunmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda restoratif materyallerde meydana gelen gelişmelere paralel olarak kavite preparasyon kurallarının değişmesi, geleneksel yöntemlere alternatif pek çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler; air-abrazyon, ultrasonik enstrümanların kullanımı, sono-abrazyon, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemleri, floresans esaslı çürük uzaklaştırma yöntemleri ve lazer destekli çürük uzaklaştırma yöntemleri olarak sayılabilir. Tüm bu yöntemlerin ortak amacı, sağlam diş sert dokularının gereksiz kaybına neden olmadan çürük dokusunu uzaklaştırmak ve preparasyon sırasında hastanın ağrı duyması olasılığını en aza indirmeyi başarmaktır.¹⁷⁹

Air abrazyon, air polishing, sono abrazyon ve ultrasonik çürük temizleme yöntemlerinin klinik kullanımına ait dezavantajlarının mevcut olması nedeniyle, yaygın klinik kullanım alanı bulamamıştır.⁷ Lazer ve kemomekanik çürük temizleme yöntemlerinin ise sağlıklı diş dokusunu korumalarının yanı sıra konvansiyonel yönteme göre daha fazla hasta konforu sunmaları nedeniyle uygun alternatifler olabileceği ileri sürülmüştür.^{180, 181}

Enfekte dentin yüksek miktarda mikroorganizma içeren, kollajenin geri dönüşümsüz olarak denatüre olduğu, remineralize olamayan tabakadır. Etkilenmiş dentin ise mikroorganizma içermeyen, kollajen yapının sağlam olduğu, remineralize olabilen tabakadır.¹⁸² Çürük uzaklaştırma işlemi esnasında enfekte dentinin kaldırılması, etkilenmiş dentinin ise bırakılması tavsiye edilmektedir.^{183, 184} İdeal çürük uzaklaştırma tekniği; geri dönüşümsüz olarak tahrip olan dokuyu selektif bir şekilde uzaklaştırarak, kavite tabanında remineralize olabilme potansiyeline sahip doku bırakmayı gerçekleştirmelidir. Geleneksel çürük uzaklaştırma teknikleri geri dönüşümsüz olarak bozunmuş dokuyu selektif olarak uzaklaştırabilse de lezyon gövdesine enstrümental olarak ulaşabilmek için bir miktar sağlam/etkilenmiş dokunun kaldırılması gerekmektedir.¹⁸⁵ Çalışmamızda, klinik şartlara uygun olacak şekilde çürük uzaklaştırma yöntemleri ile açılan kavitelere, enfekte dentin uzaklaştırılana kadar çürük temizlenmeye devam edilmiş, etkilenmiş dentin ise bırakılmıştır.

Kavite preparasyonu sonrasında, çürük kalmadığının göstergesi olarak sonda takılan yumuşak doku varlığı bulunmaması esas alınmaktadır.^{186, 187} Kavite preparasyonu sırasında enfekte dentinin ve enfekte olmayan dentinin belirlenmesinde klinisyenler tarafından sık kullanılan yöntemlerden biri de dentin dokusunun görsel olarak renginin değerlendirilmesidir.¹⁸⁸ Çürük tespit boyları enfekte dentinin görsel olarak belirlenmesinde kullanılabilir. Bununla birlikte bu boyların çürüğün

uzaklaştırılmasında kullanımının objektif bir değerlendirme sağlamadığı bildirilmiştir. Ayrıca, bu boyaların rehberliğinde çürük dokusunun ekskavasyonunun gereğinden fazla dentin dokusunun uzaklaştırılmasına neden olabileceği saptanmıştır.¹⁸⁹ Bu nedenle çalışmamızda, kavite tabanında çürük doku varlığı birbirinden bağımsız ve tarafsız iki ayrı gözlemci tarafından gözle muayene ve sond kullanılarak incelenmiş; çürük tespit boyaları kullanılmamıştır.

Dental materyallerin performanslarının değerlendirilmesinde kullanılan laboratuvar ve klinik çalışmalardan elde edilen sonuçlar klinik kullanım için öngörü oluşturmaktadır. Materyallerin klinik özelliklerini tahmin etmek amacıyla yaygın olarak yapılan çalışmalar; laboratuvar çalışmalarıdır.¹⁹⁰ Ancak laboratuvar testlerinde de ağız ortamının dinamik oluşu nedeniyle biyolojik ortamın birebir taklit edilebilmesi imkansızdır.¹⁹¹⁻¹⁹³ Restorasyonlar, intraoral olarak çekme (tensile), makaslama (shear), basma (compressive), oblik ve tüm bunların kombinasyonu şeklindeki kuvvetlere maruz kalırlar. Tüm bu kuvvetlerin aynı anda simülasyonu ise in vitro şartlarda olanaksızdır.^{191, 194, 195} Klinik çalışmaların maliyetinin yüksek olması, sonuçların alınması için uzun süre gerektirmesi bunun yanı sıra hasta takibindeki güçlükler ve bireysel farklılıklar nedeniyle başarısızlık kaynağının tam olarak belirlenememesi gibi dezavantajlar söz konusudur. Bu nedenle laboratuvar testleri daha yaygın olarak uygulanmaktadır.¹⁹⁶ Çalışmamızda tüm bu gerekçeleri göz önünde bulundurarak in vitro test yöntemlerini tercih ettik.

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliğinin araştırıldığı laboratuvar çalışmalarında, kavitede kalan dentin dokusunun sertliğinin incelenmesi için mikrosertlik cihazlarından yararlanılmaktadır. İnsan dişlerinin sertliğinin ölçülmesi mine ve dentinin birbirlerinden farklı yapılara sahip olması, mine dentin birleşiminden diş yüzeyine uzanan prizmalar, dentinin kompleks ve karmaşık yapısı gibi nedenlerle

kolay olmamaktadır.¹⁹⁷⁻¹⁹⁹ Sertlik testleri, remineralizasyon ve demineralizasyon süreçlerinin anlaşılması bakımından önem taşımaktadır. Sertlik değerlerindeki düşüş mineral kaybıyla doğru orantılıdır. Çürük sürecinden etkilenen dentinin sertlik değerleri sağlıklı dentin dokusuna kıyasla azalır.^{165, 200}

Sertlik ölçümü için en çok tercih edilen yöntemler; mikrosertlik ve nanosertlik ölçüm yöntemleridir.^{164, 201, 202} Sıklıkla Vickers, Knoop, Barcon, Brinell ve Wallace mikrosertlik testleri kullanılmaktadır. Vickers mikrosertlik cihazının piramit şeklindeki ucu teorik olarak test sonuçlarının, uygulanan yükten bağımsız olmasını sağlamaktadır.²⁰³ Collys ve ark.²⁰⁴ çentik işaretinin kare şekli nedeniyle köşegenlerden birinin uzamasının kolayca fark edilebileceğini ve hatalı bir ölçüm gerçekleştirme ihtimalinin daha düşük olduğunu, bu nedenle Vicker's sertlik testinin Knoop's sertlik testinden daha uygun olduğunu savunmuşlardır. Ayrıca sertlik testi uygulanırken 50 g'dan daha düşük yük uygulandığında çentik boyutunun değişiklik gösterdiğini ve çentik işaretlerinin okunmasının güçleştiğini belirtmişlerdir. Bu nedenlerle çalışmamızda Vickers mikrosertlik testini tercih ederek literatürdeki diğer araştırmacıların uyguladıkları prosedürlere^{205, 206} paralel olarak 15 sn süre ile 50 g yük uyguladık.

Dentinde mikrosertlik değerlerinin, mine-dentin birleşiminden pulpa çemberine doğru gidildikçe artış gösterdiğini; pulpa çemberine yakın mesafede ise düşüş gösterdiğini bildiren birçok çalışma mevcuttur.^{164, 207-210} Bu nedenle biz de çalışmamızda, kavite tabanından pulpa tavanına doğru eşit aralıklarla ilerleyerek birden fazla mikrosertlik ölçümü gerçekleştirdik.

Mikrosertlik testleri, genellikle ölçümü yapılacak olan materyallere polisaj yapıldıktan sonra gerçekleştirilmektedir. İdeal bir yüzeyin, iyi yapılmış bir polisaj ile elde edildiği belirtilmektedir.¹⁵⁷ Çalışmamızda mikrosertlik testinin uygulanacağı dentin

örneklerinin yüzeylerinin daha düzgün bir hale getirilmesi için tüm gruplardaki örneklerle sırasıyla 800, 1000, 1200 ve 2000 grenli silikon karbit zımparalarla polisaj işlemi uygulayarak, yüzey pürüzlülüğünün mikrosertlik ölçümlerine yapacağı olumsuz etkiyi gidermeye çalıştık.

Klinik başarı, restoratif materyaller ile diş dokusu arasındaki bağlanmanın kalitesi ve bu bağlanmanın ne kadar kalıcı olduğu ile ölçülmektedir.²¹¹ Araştırmacılar, bağlanma dayanımını ölçen pek çok yöntem olduğunu, ancak mikrotensil (mikrogerilim) test yönteminin bağlayıcı sistemler ile bağlanılan materyal ara yüzündeki kuvveti ölçmede başarılı bir test yöntemi olduğunu vurgulamışlardır. Bağlanma dayanımı testleri aynı zamanda “debonding testleri” olarak da isimlendirilmektedir.²¹² Tek diştten birçok kesit alınarak örnek sayısının artmasının sağlaması, bölgesel farklılıkların değerlendirilebilmesi, küçük alanların ve düzensiz yüzeylerin bağlanma dayanımının ölçülebilmesi, taramalı elektron mikroskobu ile kopma tiplerinin incelenebilmesi gibi avantajlar sunmaktadır.²¹³ 1 mm²'lik kesit alanına sahip çubukların kullanılması, bağlanan yüzeydeki değişikliklerini minimize ederek standardizasyonu sağlamaktadır.²¹⁴ Bu nedenlerle çalışmamızda mikrotensil test tekniğini kullandık.

Mine ve dentine bağlanmanın temel mekanizması; diş sert dokularındaki minerallerin rezin monomerlerle yer değiştirerek, oluşmuş porözitelerin içinde mikromekanik olarak bağlanması olarak açıklanmaktadır.²¹⁵ Genel olarak bağlanmayı etkileyen faktörler arasında; dişin yaşı, dentin kanallarının yönü, dentin kanallarının genişliğine göre dentin lenfi hacmindeki değişim,²¹⁶ dentinin yapısı, smear tabakasının varlığı,²¹⁷ yüzeyin nem miktarı,^{218, 219} mm²'deki dentin kanallarının sayısı ile intratübüler ve intertübüler dentin miktarı, sığır veya insan dişi olması ve kullanılan adeziv türü²¹⁸ sayılabilmektedir.

Sağlıklı dentin; çürükle enfekte olmuş, çürükten etkilenmiş, karışık kimyasal ve mekanik özellikler sergileyen, sklerotik ya da erozyona uğramış dentine oranla; dental adezivlerin standart bağlanma dayanım kuvvetini test etmek için en uygun olanıdır.²⁰⁰

Genel olarak çürük dentin varlığı daha kalın hibrit tabakaya ve daha düşük bağ kuvvetlerine neden olmaktadır.²²⁰⁻²²³ Çürükle enfekte dentinde hibrit tabaka kalınlaşmasına rağmen, sadece dentinin yüzeysel kısmında monomer difüzyonu gözlenmekte ve çoğu dentin tübülünde rezin taglara rastlanmamaktadır.²²²⁻²²⁴ Adezivlerin bağlanma dayanım değerleri, dentindeki çürük miktarıyla ters orantılıdır. En düşük bağlanma dayanım değerleri, çürükle enfekte olmuş dentinde elde edilmiştir.²²⁵ Bunun sebebi olarak ise düşük mineralizasyon derecesi ve kollajen matriksteki düzensizlik nedeniyle oluşan son derece düşük koheziv kuvvetler gösterilmektedir.²²⁰

Çürükten etkilenmiş dentinde ise bağlanma etkinliğinin sağlam dentine oranla daha düşük olması; çürüğün ilerlemesiyle dentinin yapısında meydana gelen değişikliklerle ilişkilendirilmiştir. İlk olarak kollajenin sekonder yapısında değişikliğe bağlı olarak mineral içeriğinde azalma ve kalan mineral fazında kristal kaybı,²²⁶ sağlam dentinden daha düşük dentin değerleri²²⁷ ve elastisite modülü,²²⁸ zayıf mekanik özellikler görülür. İkinci olarak çürüğün ilerlemesi sonucunda dentin tübüllerinde β -trikalsiyum fosfatların^{226, 229} birikimiyle birlikte asitleme etkinliğinin ve dolayısıyla monomerlerin tübüllere difüzyon kapasitesini değiştirmektedir.

Çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra kalan diş sert dokularının yüzey özelliklerinin değerlendirildiği in vitro çalışmalarda pek çok teknik kullanılmaktadır. Morfolojik değerlendirmelerin yapılabilmesi amacıyla ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılırken, atomik analizlerin yapılmasında SEM-EDS analizi kullanılmaktadır.²³⁰ Biz de çalışmamızda, çürük uzaklaştırdıktan sonra kalan

dentin dokusunda mineral densitesini inceleyebilmek amacıyla SEM-EDS analizini kullandık.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda geleneksel, kemomekanik ve transillüminasyon yöntemlerinin çürük dokusunu uzaklaştırma etkinlikleri ayrı ayrı değerlendirilmesine rağmen; yaptığımız literatür incelemelerine göre, bu çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliğini birlikte değerlendiren az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Geleneksel, kemomekanik ve transillüminasyon yöntemleriyle çürük uzaklaştırmanın; kavite tabanında kalan dentin dokusunun mikrosertliği, bağlanma dayanımı üzerindeki etkinliklerini ve mineral densitesine üzerine etkilerini incelemek amacıyla yaptığımız bu çalışmanın; çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılacak en uygun yöntemin belirlenmesinde literatüre katkısının olabileceği düşüncesindeyiz. Bu nedenle yapmış olduğumuz laboratuvar çalışmasında geleneksel (çelik rond, seramik rond, polimer rond), kemomekanik yöntem (BRIX-3000) ve transillüminasyon yöntemleri (Siroinspect) kullanılarak çürük lezyonları uzaklaştırılmıştır. Bu yöntemlerin enfekte dentin dokusunu uzaklaştırabilme etkinlikleri mikrosertlik ölçümüyle, bağlanma dayanımı üzerine etkisi mikrotensil ölçümüyle ve dentinin kompozisyonu üzerine olan etkisi ise SEM-EDS ölçümüyle incelenmiştir.

Çalışmamızda çürük uzaklaştırma işlemine başlamadan önce çalışmaya dahil edilecek olan dişlerin belirlenmesi için DIAGNOdent cihazının oklüzal yüzey için özel hazırlanmış ucu yardımı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Üretici firma önerileri doğrultusunda; 25 ve üzeri sayısal değerler veren dişler, yüzeylerde demineralizasyonun yoğun olduğu alanlara işaret etmesinden dolayı ayrılmıştır. Ayrılan bu dişler daha sonra Neves ve ark.'nın¹⁸⁵ yapmış oldukları in-vitro çalışmaya benzer şekilde radyografi alınarak çürük lezyonunun pulpa odasına olan uzaklığı değerlendirilmiş ve mesafesi 1 mm'den fazla olanlar çalışmaya dahil edilmiştir.

Araştırmaların büyük çoğunluğu dişleri çekimden çalışma anına kadar olan bekletme süresinin dentin ve mineye bağlanma dayanımı üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir.^{231, 232} İki gün ve altı ay gibi sürelerle bekletilen dişlerin bağlanma değerleri arasında önemli bir fark görülmemiştir.²³³ Çalışmamızda da bekletme süresinin önemli bir değişime neden olmadığı göz önünde bulundurulmuş ve dişler çekimden sonra en fazla 6 aylık bir bekleme süresi içinde kullanılmıştır.

Dişlerin çekim işleminden kullanılacağı ana kadar geçen sürede dehidrate olmasını önlemek amacıyla çözelti içinde tutulmaları önerilmektedir.^{234, 235} Distile su veya salin bu amaçla kullanılan solüsyonlardandır.²³⁶ Saklama ortamında mikroorganizmaların üremesini engellemek amacıyla etanol, formol, timol, sodyum hipoklorit, glutraldehit gibi antimikrobiyal kimyasal maddeler eklenebilmektedir.^{237, 238} Ancak araştırmacılar ortamdaki kimyasal maddelerin, diş dokularını ve kullanılan materyalin özelliklerini değiştirebileceğini belirtilmektedir.²³⁵ Ayrıca, saklama ortamlarının dental materyallerin bağlanma dayanımı üzerine etkili olabileceğinden de söz edilmektedir.^{238, 239} ISO deney dişlerinin saklandığı sıvıdaki herhangi bir kimyasal malzemenin dişin yapısına girerek değişikliklere neden olabileceğini bu nedenle bağlanma ölçümü yapılacak dişlerin distile suda saklanması gerektiğini bildiriştir (ISO Technical Report 11405 1994). Bu nedenle çalışmamızda da dişler ISO'nun önerisi doğrultusunda çalışma boyunca distile suda bekletildi.

5.1. Mikrosertlik testi

Çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemleriyle çürük uzaklaştırılmasının ardından kalan dentinin mikrosertliğine etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptığımız bu in vitro çalışmada; dentinin 2/3'ünü içeren Sınıf I çürük lezyonları bulunan dişler kullanılmıştır. Tüm dişler çalışmaya dâhil edilmeden önce görsel, radyografik olarak ve DIAGNOdent yardımıyla

değerlendirilerek kavite preparasyonu sonucunda yaklaşık olarak aynı derinlikte kavitelerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle dentinin farklı derinliklerinden farklı mikrosertlik değerlerinin elde edilmesi olasılığı azaltılmaya çalışılmıştır.

Çalışmamızda çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulandığı tüm gruplarda, tüm ölçüm seviyelerinde mikrosertlik değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. ($p < 0.05$) Böylece “Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin kalan dentin dokusunun mikrosertliği üzerinde etkisinin olduğu” hipotezimiz doğrulandı.

Shibata ve ark.²⁴⁰ çürük detektörü ve ekskavatör yardımıyla çürük dokuyu uzaklaştırdıktan sonra kavite tabanında mikrosertlik ölçümü yaptıkları in vitro çalışmalarında; çürükten etkilenmiş dentin mikrosertlik değerlerinin, sağlam dentine oranla istatistiksel olarak düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Erhardt ve ark.²⁴¹ çürük detektörü ve rond frez kullanarak çürük dokuyu uzaklaştırdıktan sonra; çürükle enfekte olmuş dentin ve sağlam dentinde yaptıkları mikrosertlik testlerinde, sağlam dentinin mikrosertlik değerlerini anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır.

Biz de çalışmamızda kavite tabanından elde ettiğimiz mikrosertlik değerlerini; kontrol grubunda, diğer gruplara oranla anlamlı derecede yüksek bulduk.

Ganter ve ark.²⁴² çürük dokuyu VistaProof, çürük detektörü ve dokusal duyu yardımıyla uzaklaştırdıktan sonra kalan dentin dokusunda tabandan pulpaya doğru 50, 100 ve 150 μm seviyelerinde mikrosertlik ölçümü gerçekleştirdikleri çalışmalarında; VistaProof grubunun tüm ölçüm seviyelerinde, dokusal ve çürük detektörü kullanılan gruplara oranla anlamlı derecede düşük değerlere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Katırcı ve ark.²⁰⁵ geleneksel (çelik rond), kemomekanik (carisolv) ve lazerle (Er:YAG) çürük uzaklaştırdıktan sonra kalan dentinde mikrosertlik ölçümü yaptıkları

çalışmalarında geleneksel yöntem ve lazer kullanılan grupların mikrosertlik değerlerinin kemomekanik yöntemle oranla anlamlı derece yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Lai ve ark.²⁴³ geleneksel yöntem ve transillüminasyon yöntemlerini kullanarak çürüğü uzaklaştırdıktan sonra kavite tabanında yaptıkları mikrosertlik ölçümü sonrasında bizim çalışma sonuçlarımızdan farklı olarak; geleneksel yöntemle çürük uzaklaştırılan grubun mikrosertlik değerlerinin transillüminasyon yöntemi kullandıkları gruba göre anlamlı oranda yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Garcia-Contreras ve ark.²⁴⁴ geleneksel yöntem (çelik rond) ve kemomekanik yöntem (Carisolv) kullanarak çürük uzaklaştırdıktan sonra mikrosertlik testi uyguladıkları çalışmalarında; kontrol grubu ile geleneksel ve kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Hossain ve ark.²⁴⁵ kemomekanik yöntemle (carisolv) çürük dokusu uzaklaştırılan dişlerin kalan dentin dokusu ve aynı dişlerdeki sağlıklı dentin dokusu mikrosertlik değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edememişlerdir.

Mollica ve ark.¹⁰⁰ sığır santral dişlerinde çelik rond frez/çürük detektörü, çelik rond frez /DIAGNOdent, çelik rond frez/sond ve Papacarie kullanarak çürük uzaklaştırdıkları çalışmalarında; kalan dentin dokusunda, sağlıklı yüzeyel dentin dokusunda ve sağlıklı derin dentinde mikrosertlik değerlerini ölçmüşlerdir. Çelik rond frez/sond grubunda kalan dentin dokusu mikrosertlik değerlerinin diğer gruplara kıyasla anlamlı derecede düşük olduğunu belirtmişlerdir. ($p<0.05$) Sağlıklı derin dentin ve yüzeyel dentin dokusu mikrosertlik değerleri incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Boob ve ark.²⁴⁶ geleneksel yöntem (ekskavatör), ve kemomekanik yöntem (Papacarie ve Carisolv) kullanarak çürük dokuyu uzaklaştırıp kavite tabanından pulpaya

doğru üç mikrosertlik ölçümü gerçekleştirdikleri çalışmalarında; geleneksel yöntemle çürük uzaklaştırma yaptıkları grubun, kemomekanik çürük uzaklaştırma gruplarına göre anlamlı oranda yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Papacarie ve Carisolv kullandıkları gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Biz de çalışmamızda; geleneksel yöntemle çürük uzaklaştırdığımız grubun mikrosertlik değerlerini, tüm ölçüm seviyelerinde, kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırılan grubun mikrosertlik değerlerine göre anlamlı oranda yüksek bulduk. ($p<0.05$)

Correa ve ark.²⁴⁷ süt santral dişlerinde, geleneksel (çelik rond) ve kemomekanik yöntemlerle (Papacarie, Carisolv) çürüğü uzaklaştırdıktan sonra kavite tabanından 50 µm aşağısından başlayarak 1500 µm uzaklığa kadar belirli aralıklarla ölçüm yaptıkları çalışmalarında, çelik rond frez ve Papacarie gruplarının 500 µm seviyesine kadar olan tüm ölçüm seviyelerindeki mikrosertlik değerleri arasında bir farklılık tespit edememişler ($p>0.05$); Carisolv grubunda ise 50 µm seviyesini 500 µm seviyesine göre anlamlı oranda düşük bulmuşlardır. ($p<0.05$) 1000 ve 1500 µm seviyesindeki ölçümlerde tüm grupların mikrosertlik değerlerinin anlamlı ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

Hamama ve ark.²⁰⁶ 'nın geleneksel yöntem (çelik rond) ve kemomekanik yöntemlerle (Carisolv, Papacarie) çürük dokusunu uzaklaştırarak 25 µm, 50 µm, 75 µm, 100 µm ve 150 µm seviyelerinde mikrosertlik ölçümü yaptıkları çalışmalarında, sağlam dentin ve geleneksel yöntemin kullanıldığı grupların mikrosertlik değerlerinin; tüm ölçüm seviyelerinde, kemomekanik yöntem kullanılan gruplara göre anlamlı oranda yüksek olduğunu bulmuşlardır. Sağlam dentin mikrosertlik değerlerinin 25 µm ve 50 µm seviyelerinde geleneksel yöntem grubundan anlamlı oranda yüksek olduğunu fakat 75 µm, 100 µm ve 150 µm seviyelerinde aralarında anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Papacarie ve Carisolv grupları arasında anlamlı bir fark tespit

edememişlerdir. En düşük mikrosertlik değerleri kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma gruplarında, 25 µm seviyesinde görülmüştür.

Biz de çalışmamızda en düşük mikrosertlik değerlerini kavite tabanındaki ölçümlerde polimer rond frez ve BRIX-3000 gruplarında tespit ettik. En yüksek mikrosertlik değerlerini ise 75 µm seviyesindeki ölçümlerde kontrol grubunda elde ettik. Ölçüm seviyeleri arasında kıyaslama yaptığımızda, tüm gruplarda kavite tabanından pulpa yönüne ilerledikçe mikrosertlik değerlerinin arttığını tespit ettik.

Çalışmamızda çelik rond frez, seramik rond frez, polimer rond frez, kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemleriyle çürük uzaklaştırıldıktan sonra kalan dentinde yapılan mikrosertlik ölçümlerinde literatürdeki çalışmalara paralel olarak; kontrol grubu olarak kullandığımız sağlam dentin grubunun mikrosertlik değerleri tüm ölçüm seviyelerinde, diğer gruplara göre anlamlı oranda yüksek bulduk.^{206, 228, 241} ($p<0.05$)

Geleneksel yöntemlerle çürük uzaklaştırılırken daha konservatif bir yaklaşım geliştirmek amacıyla, sadece çürükle enfekte dokuyu uzaklaştırıp çürükle enfekte dentinin bırakmak üzere kendi kendini sınırlayan polimer frezler tasarlanmıştır.^{64, 248} Polimer frezler çürükle enfekte dentinden daha yüksek sertliğe sahiptir; fakat sağlam ve sklerotik dentinden daha düşük sertliğe sahiptir. Bu nedenle seçici olarak çürük uzaklaştırabilme yeteneğine sahiptir.⁶⁴ Potansiyel yararlarının yanı sıra enfekte dentini uzaklaştırabilme ve kalan dentin dokusunun bağlanma başarısı üzerine etkisi henüz kanıtlanmamıştır.²⁴⁹

BRIX-3000 jel kaviteye uygulandıktan 1-2 dk sonra, jelin renginin değişmesi ve oksijen baloncuklarının gözlenmesi enfekte dentin dokusunun uzaklaştırılabileceğini belirtir. Jel uygulaması çürük tamamen uzaklaştırılana kadar devam ettirilir, uygulamalar arasında kavitenin yıkanıp kurutulması gerekmez. Enfekte olmuş dentin

proteolitik hareketi önleyen bir antiproteaz olan alfa-1-anti-tripsin içermediği için BRIX-3000 seçici olarak enfekte dentin üzerinde etki göstermekte, sağlıklı dentine etki etmemektedir.⁹⁸ BRIX-3000 ile çürük uzaklaştırma sonrası kavite kalan dentin dokusu çürükten etkilenmiş dentin olarak adlandırılmaktadır. Kalan bu kısımda mineral içeriği sağlıklı dentine oranla daha düşük olduğu için daha düşük mikrosertlik değerleri elde edilmektedir.^{165, 200} Çalışmamızda polimer rond frez ve BRIX-3000 grupları mikrosertlik değerleri ise tüm ölçüm seviyelerinde diğer gruplara oranla anlamlı derecede düşük bulunmasının bu sebeplere bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

5.2. Mikrotensil testi

Çalışmamızda kontrol grubu mikrotensil bağlanma dayanım değerlerinin; çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulandığı diğer gruplara kıyasla anlamlı oranda yüksek olduğunu tespit ettik. ($p<0.05$) Tüm gruplarda düşük hızlı hassas kesme cihazı (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) yardımıyla oklüzaldeki mine uzaklaştırıldıktan sonra restoratif aşamaya geçilmiştir. Çürük uzaklaştırma yöntemleri uyguladığımız gruplarda ve kontrol grubunda kavite tabanında düz bir dentin yüzeyi elde etmek mümkün olmamıştır. Bu nedenle çalışmamızın sonuçlarının, literatürdeki diğer çalışmalarda olduğu gibi; restoratif aşama için dentin yüzeyi hazırlanırken oluşan bu farklılıktan etkilenmiş olabileceğini düşünüyoruz.^{222, 241, 250, 251}

Çalışmamızın sonuçlarına göre çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulandığı grupların bağlanma dayanım değerleri arasında anlamlı farklılık bulundu ($p<0.05$). Böylece ‘‘Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin kalan dentin dokusunun kompozitle bağlanma dayanımı üzerine etkisinin olduğu’’ şeklindeki hipotezimiz doğrulanmış oldu.

Shibata ve ark.²⁴⁰ çürük detektörü ve ekskavatör yardımıyla çürük dokuyu uzaklaştırdıktan sonra mikrotensil bağlanma dayanım değerlerini ölçtükleri çalışmalarında, çürükten etkilenmiş dentinin mikrotensil bağlanma dayanım

değerlerinin, sağlam dentine oranla istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Yosahima ve ark.²⁵² ve Say ve ark.²⁵³ yaptıkları benzer vitro çalışmalarda çürükten etkilenmiş ve sağlam dentinde, total-etch ve self-etch adeziv sistemler kullanarak mikrotensil bağlanma dayanım değerlerini kıyaslamışlar; tüm adeziv sistemlerde de sağlam dentinin mikrotensil bağlanma dayanım değerlerini anlamlı ölçüde yüksek bulmuşlardır.

Pereira ve ark.²⁵¹ oklüzal çürüklü dişlerde ve sağlam dentinde Single Bond (total-etch) and Adper Prompt L-Pop (self-etch) adeziv sistemlerin mikrotensil bağlanma dayanımı değerlerini kıyaslamışlar; Adper Prompt L-Pop bondun uygulandığı gruplarda sağlam dentin mikrotensil bağlanma dayanım değerlerinin çürükten etkilenmiş dentin grubuna kıyasla anlamlı ölçüde yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Single bond uygulanan grupların mikrotensil bağlanma dayanım değerleri arasında anlamlı bir fark bulmamışlardır.

Biz de çalışmamızda kontrol grubu mikrotensil bağlanma dayanım değerlerini; çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulandığı tüm gruplara kıyasla anlamlı oranda yüksek bulduk. (p<0.05)

Çehreli ve ark.²⁵⁴ çelik rond, air-abrazyon, sonoabrazyon ve kemomekanik yöntem kullanarak çürük uzaklaştırdıkları in vitro çalışmalarında mikrotensil bağlanma dayanım değerleri arasında anlamlı bir fark bulamadıklarını rapor etmişlerdir.

Aggarwal ve ark.²⁵⁵ çelik rond frez ve kemomekanik yöntem kullanarak çürük uzaklaştırdıktan sonra iki self-etch bir adet total-etch adeziv sistem kullandıkları çalışmalarında, mikrotensil bağlanma dayanımı testi sonuçlarının anlamlı bir fark oluşturmadığını rapor etmişlerdir.

Tripathi ve ark.²⁵⁶ geleneksel ve kemomekanik yöntemlerle çürük uzaklaştırma sonrası elde ettikleri mikrotensil bağlanma dayanım değerlerini kıyaslandıkları in vitro çalışmalarında, kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırdıkları grupta geleneksel yöntemin uygulandığı gruba göre istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek değerler elde etmişlerdir. Biz de çalışmamızda kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırılan grup ile geleneksel yöntemlerden polimer rond frez ve seramik rond frez ile çürük uzaklaştırılan grupların arasında anlamlı fark tespit etmemize ($p<0.05$) rağmen kemomekanik yöntem ile çelik rond frez grubu arasında fark belirleyemedik ($p>0.05$).

Karaaslan ve ark.²⁵⁷ çelik rond frez, Er-YAG lazer, ve Carisolv kullanarak çürük uzaklaştırdıktan sonra üç farklı adeziv sistem kullandıkları çalışmalarında self-etch adeziv kullanılan gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulmamışlardır. Total-etch kullanılan örneklerde ise Carisolv grubunun, Er-YAG lazer ve çelik rond grubuna göre anlamlı oranda düşük bulduklarını rapor etmişlerdir.

Sonoda ve ark.²⁵⁸ ekskavatör ve kemomekanik yöntem kullanarak çürük uzaklaştırdıktan sonra antibakteriyel bir sel-etch adeziv sistem ve total-etch adeziv kullandıkları in vitro çalışmalarında, antibakteriyel adeziv uyguladıkları sağlam dentin ve kemomekanik yöntem grupları arasında anlamlı bir farklılık bulmadıklarını, ekskavatör grubuna göre ise anlamlı oranda yüksek bulduklarını bildirmişlerdir. Total-etch uyguladıkları gruplarda ise anlamlı bir farklılık tespit etmemişlerdir.

Yıldız ve ark.²⁵⁹ çelik rond frez, Er-YAG lazer ve kemomekanik yöntem kullanarak çürük uzaklaştırdıktan sonra self-etch ve total-etch adeziv sistemler kullanarak yaptıkları çalışmalarında; Er-YAG lazer grubu mikrotensil bağlanma dayanım değerlerini çelik rond frez ve kemomekanik yöntemin uygulandığı gruplara göre anlamlı oranda düşük bulmuşlardır. Çelik rond frez ve kemomekanik yöntemin uygulandığı gruplar arasında anlamlı bir fark tespit etmemişlerdir.

Naik ve ark.²⁶⁰ karbit rond, Carisolv ve aköz kalsiyum hidroksit kullanarak çürük uzaklaştırılmasını takiben mikrotensil bağlanma dayanım değerlerini ölçtükleri çalışmalarında karbit rond grubu değerlerini, Carisolv ve aköz kalsiyum hidroksit gruplarına göre anlamlı oranda düşük bulmuşlardır. Carisolv ve aköz kalsiyum hidroksit grupları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir.

Neves ve ark.²⁶¹ tungsten karbit frez, Cerabur, Cariex, tungsten karbit frez + çürük detektörü, Carisolv, SFC-VIII ve Er-YAG yöntemlerini kullanarak çürük uzaklaştırma yaptıkları çalışmalarında, gruplar en yüksek bağlanma değerlerini Carisolv grubunda, en düşük bağlanma dayanım değerlerini ise Er-YAG lazer grubunda bulmuşlardır. Sağlam dentin ve Carisolv grubu mikrotensil bağlanma dayanım değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışma sonuçlarımıza göre ikinci en yüksek bağlanma dayanım değerleri kemomekanik yöntem grubunda elde edildi; kontrol grubuyla kıyaslandığında anlamlı farklılık tespit edildi.($p < 0.05$)

Li ve ark.²⁶² geleneksel (frez) ve kemomekanik yöntemle (Carisolv) çürük uzaklaştırdıktan sonra self-etch ve total-etch adeziv sistemler kullanmışlardır. Gruplar arası mikrotensil bağlanma dayanım değerleri kıyaslandığında çürük uzaklaştırma yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulmamışlardır. Uygulanan adeziv gruplarına baktıklarında ise total-etch grubunun self-etch gruplarına kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Toledano ve ark.²⁴⁹ yaptıkları bir in vitro çalışmada karbit frez ve polimer frezle çürük uzaklaştırdıkları çalışmalarında, self-etch (Clearfil SE bond, FL-Bond II) ve total-etch (Single bond,) adeziv sistemler ve cam iyonomer kullanarak restoratif prosedürleri tamamladıktan sonra mikrotensil bağlanma dayanım testi uygulamışlardır. Kontrol grubunda (sağlam dentin) total-etch uygulanan grubun, self-etch ve cam iyonomer kullanılan gruplara göre anlamlı derecede yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Cam

iyonomer grubu değerlerini en dūřuk bulmuşlardır. Self-etch uyguladıkları grupları karşılaştırdıklarında, karbit frez grubunun polimer frez grubuna gōre anlamlı oranda yūksək olduğunu tespit etmişlerdir.

Silva ve ark.²⁶³ karbit frez ve polimer rond frez kullanarak çūrūk uzaklařtırdıktan sonra mikrotensil baęlanma dayanımına baktıkları çalıřmalarında, adezivler arasında anlamlı bir fark tespit etmediklerini bildirmiřlerdir. Karbit frez grubunun, polimer rond frez grubuna gōre anlamlı oranda yūksək olduğunu, her iki grubun kontrol grubundan anlamlı oranda dūřuk olduğunu rapor etmiřlerdir.

Biz de çalıřmamızda çelik rond frez grubunun, polimer rond frez grubuna gōre anlamlı oranda yūksək olduğunu bulduk. Her iki grubun mikrotensil baęlanma dayanım deęerlerinin, kontrol grubuna oranla daha dūřuk olduğunu tespit ettik ($p < 0.05$).

Piva ve ark.²⁶⁴ saęlam dentin, saęlam dentine Papatie uygulanan grup, geleneksel yōntemle çūrūęū uzaklařtırılan grup ve Papacarie kullanılarak çūrūęū uzaklařtırılan gruplarda total-etch ve self-etch adeziv sistemleri uyguladıkları çalıřmalarında, mikrotensil baęlanma dayanım testi sonuçlarına gōre saęlam dentin içeren gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamıřlardır. Çūrūk dentin içeren gruplarda ise bizim çalıřma sonuçlarımızdan farklı olarak self-etch adeziv uyguladıkları geleneksel yōntem grubu, kemomekanik yōntem grubuna gōre anlamlı oranda yūksək olduğunu bildirmiřlerdir. Total-etch adeziv uygulanan geleneksel yōntem ve kemomekanik yōntem grupları arasında anlamlı bir farklılık bulmadıklarını rapor etmiřlerdir.

Kemomekanik yōntemle çūrūk uzaklařtırdıktan sonra elde edilen pūrūzlū dentin yūzeyi, baęlanma için yūzey alanını artıran mikro dūzensizliklerin varlıęından dolayı restoratif malzemelerin baęlanma bařarisının potansiyel olarak artmasının nedeni olarak dūřūnūlebilir.²⁰⁶ BRIX-3000 kullanılan grupta mikrotensil baęlanma dayanım

değerlerinin kontrol grubundan sonra en yüksek bulunmasının bu nedenden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Meller ve ark.²⁶⁵ polimer rond frezle çürük uzaklaştırma sonrasında kalan dentin yüzeyinde, karbit frezle çürük uzaklaştırılan dentin yüzeyine oranla daha yoğun bir smear tabakası oluştuğu ve rezidüel çürük varlığı tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Dammaschke ve ark.⁶⁵ ve Prabhakar ve ark.²⁶⁶ da yaptıkları in vitro çalışmalarında, polimer rond frezle çürük uzaklaştırma işlemi sonrasında çelik rond freze göre daha yüksek oranda rezidüel çürük varlığı tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Polimer rond frez, çürükle enfekte dentini seçici olarak uzaklaştırırken çürükten etkilenmiş dentini bırakmaktadır. Çürükten etkilenmiş dentinin kollajen dokusunda ve mineral yoğunluğunda değişiklikler meydana gelebilmektedir. Çalışmamızda polimer rond frez grubunda diğer geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemlerine oranla daha düşük bağlanma dayanım değerleri elde edilmesinin bu sebeplere bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

5.3. Yüzey Analizi ve Elemental analiz (SEM-EDS)

Diş sert dokularının elemental analizi; Fourier Transform Raman Spektroskopisi (FT),

Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR), Lazer Ablasyon İdükleyici-Çift Plazma Kütle Spektrometresi (LA-ICP-MS) veya Enerji Dağılımsal X-Işın Spektroskopi Analizi (EDS veya EDAX) gibi yöntemler ile yapılabilmektedir.⁹⁰ Literatürde, çürük uzaklaştırıldıktan sonra diş sert dokularında oluşan morfolojik ve yapısal değişiklikler çalışmalarda genellikle SEM-EDS analizi ile değerlendirilmiştir.^{245.}

^{267.} ²⁶⁸ EDS örneklerin elemental yapısının nitelik ve nicelik açısından değerlendirilebilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem yardımıyla diş sert dokularının

inorganik yapısındaki hidroksi apatitlerdeki kalsiyum (Ca), fosfor (P) miktarı ve kalsiyum-fosfor oranı (Ca/P) değerlendirilebilmesi mümkün olmaktadır.²⁶⁹

Organik ve inorganik kısımlar arasındaki oran değiştiğinde, Ca/P oranında değişiklikler diş dokularının geçirgenliğini, çözünürlüğünü ve adeziv karakterini etkileyebilmektedir. Adeziv sistemler PO₄-Ca bağlarıyla dentinin hidroksiapatitine bağlanır ve bu yüzden Ca/P oranındaki ve Ca iyonlarının miktarındaki değişiklikler restoratif materyalleri negatif yönde etkileyebilmektedir.²⁷⁰

EDS yöntemi kullanılarak yapılan kimyasal analizlerin bazı teknik kısıtlamaları vardır. İlk olarak, yüksek penetrasyon gücüne sahip elektron probalarının bazıları, alttaki mineralize dokuyu tespit ederek yanlış pozitif sonuçlara neden olabilir. İkincisi, toplanan radyasyonun miktarı toplam yayılan X ışınının sadece% 1'i kadardır. Bu sorunun üstesinden gelmek için elektron dozu artırılabilir; fakat bu da bazı hassas biyolojik numuneler üzerinde radyasyon hasarına neden olabilir.²⁰⁶

Çalışmamızda geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve transillüminasyon yöntemiyle çürük uzaklaştırma işleminin diş sert dokularında element düzeyinde oluşturduğu değişiklikleri görebilmek amacıyla her gruptan iki örnek üzerinde SEM-EDS elemental analizi yapılmıştır.

Hossain ve ark.²⁴⁵ Carisolv kullanarak çürük dokuyu uzaklaştırdıktan sonra kavite tabanında ve sağlıklı dentin dokusunda elemental analiz yaptıkları çalışmalarında; grupların kalsiyum (%Ca), fosfat (%P) miktarları ve kalsiyum-fosfat oranları (Ca/P) arasında istatistiksel olarak fark saptayamamışlardır. (p>0.05)

Sakoolnamarka ve ark.²⁶⁷ çürük lezyonlarını Carisolv kullanarak uzaklaştırdıkları ve çürük lezyonlarını uzaklaştırmadıkları dişlerin SEM-EDS analizini yaptıkları çalışmalarının sonucunda aktif çürük lezyonlarının bulunduğu dişlerin çürük uzaklaştırılan dişlere kıyasla daha düşük Ca/P oranına sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Hamama ve ark.²⁰⁶ geleneksel yöntem (çelik rond), kemomekanik yöntem (Carisolv, Papacarie) ile çürük dokusunu uzaklaştırdıktan sonra kavite tabanından 50 µm aşağıda 3 farklı bölgede SEM-EDS analizi yaptıkları yaptıkları bir in vitro çalışmada grupların Ca/P oranları arasında anlamlı bir fark bulmadıklarını bildirmişlerdir.

Katırcı ve ark.²⁰⁵ geleneksel (çelik rond), kemomekanik (carisolv) ve lazerle (Er:YAG) çürük uzaklaştırdıktan sonra kalan dentinde yaptıkları SEM-EDS analizi sonucunda, grupların Ca, P ve Ca/P oranları arasında anlamlı bir farklılık tespit etmediklerini rapor etmişlerdir.

Bittencourt ve ark.²⁶⁸ oklüzal/proksimal çürüklü dişlerde Papacarie kullanarak çürük uzaklaştırıp ve çürük içermeyen dişlerde frez yardımıyla kavite hazırladıktan sonra Papacarie uyguladıkları örneklerle SEM-EDS analizi yaptıkları çalışmalarında; çürük uzaklaştırma işlemini uygulanan gruptaki Ca oranının sağlam dentinli dişler içeren gruba kıyasla anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır.

Çalışmamızda kontrol grubu örneklerinde kavite hazırlandıktan sonra yapılan SEM incelemesi sonucunda, kısmen smear tabakasıyla kaplı olduğu tübüller ile birlikte açık dentin tübüllerinin varlığı da tespit edildi. Daha yüksek büyütmede incelendiği zaman dentin tübüllerin parsiyel olarak tıkalı olduğu gözlemlendi.

Çelik rond frezle çürük uzaklaştırma işlemi sonrasında Banerjee ve ark.⁷⁸ yapmış olduğu in vitro bir çalışmanın sonuçlarına paralel olarak dentin yüzeyinin kısmen ve düzensiz bir smear tabakasıyla örtülmüş olduğu, dentin tübüllerinde ise sıkışmış dentin artıklarının bulunduğu görüldü. Daha yüksek büyütmede (x4000) tübül ağzları daha belirgin bir şekilde gözlemlendi.

Seramik rond frezle çürük uzaklaştırıldıktan sonra düzensiz bir dentin yüzeyi ve smear tabakasıyla örtülmüş kısmen tıkalı dentin tübülleri izlendi. Daha yüksek

büyütmede incelendiğinde görülen mikroçatlakların, çürük uzaklaştırma sırasında dokunma (tactile) duyusunu alana kadar uygulanan kuvvetten kaynaklanmış olabileceği düşüncesindeyiz.

Polimer rond frezle çürük uzaklaştırıldıktan sonra parsiyel olarak tıkanmış dentin tübülleri, düzensiz ve yoğun olmayan bir smear tabakasıyla kaplı bir dentin yüzeyi görüldü. Daha yüksek büyütmede tübüllerin tıkanıklığı daha net izlendi. Tübul ağzlarında mikroçatlak formasyonu gözlenmesinin; polimer rond frez sertliğinin sağlam dentin dokusundan daha düşük olması nedeniyle sağlam dokuya geldiği zaman kolayca aşınması ve çürük uzaklaştırma sırasında uygulanan basınç kaynaklı olabileceğini düşünmekteyiz. Meller ve ark.²⁶⁵ polimer frezlerin karbit frezle kıyaslandığında çürük uzaklaştırma sonrasında, daha yoğun smear tabakası altında büyük miktarda rezidüel çürük tespit ettiklerini rapor etmişlerdir. Gheorghiu ve ark.²⁷¹ çelik rond frez ve polimer frez kullanarak çürük uzaklandırdıktan sonra dentin yüzeyinde yaptıkları inceleme sonucunda; polimer frez grubunda ufak düzensizlikler, mikroçatlaklar, çelik rond frez grubuna nispeten daha pürüzsüz bir yüzey ve daha kalın bir smear tabaka izlediklerini bildirmişlerdir.

Kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma işlemi sonrasında dentin yüzeyinde yapılan SEM incelemesi sonucunda smear tabakadan yoksun, düzensiz bir dentin yüzeyi ve dentin tübüllerinin belirgin bir şekilde izlenebildiği pürüzlü bir görüntü elde ettik. Geleneksel yöntemlerde smear tabaka oluşuma yol açan mekanik ya da termal uyarıların olmaması sebebiyle kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma işlemi sonrasında dentin yüzeyinde smear tabakası oluşmamakta ya da minimal miktarda oluşmaktadır.²⁷² Çalışmamızın sonuçlarına paralel olarak Hossain ve ark.²⁴⁵ kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma sonrasında smear tabaka görülmediğini bildirmiştir. Ancak literatürde kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma sonrasında

yapılan yüzey analizlerinde kısmen smear tabaka görüldüğünü rapor eden çalışmalar mevcuttur.^{102, 273, 274} Smear tabaka oluşmamasının, jelin proteolitik aktivitesinden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Li ve ark.²⁶² geleneksel ve kemomekanik yöntemlerle çürük uzaklaştırdıktan sonra kalan dentin yüzeyinde SEM incelemesi yaptıkları çalışmanın sonucunda; bizim çalışmamızla paralel olarak geleneksel yöntem grubunda smear tabakasıyla kaplı bir yüzey görüntüsü, kemomekanik yöntem grubunda ise smear tabakadan yoksun bir yüzey görüntüsü elde etmişlerdir.

Çalışmamızda Siroinspect cihazıyla çürük uzaklaştırıldıktan sonra kısmen smear tabakasıyla örtülmüş düzensiz bir dentin yüzeyi izlendi. Daha yüksek büyütmede (x4000) tübül ağzları belirgin bir şekilde görülebilmekte ve tübüllerde sıkışmış dentin artıkları izlenebilmektedir. Siroinspect grubunda cihaz yardımıyla çürük doku tespitinden sonra uzaklaştırma işlemi çelik rond frezle yapıldığı için, elde edilen yüzey görüntüleri; smear yoğunluğu, tübüllerin kısmen tıkalı olması bakımından çelik rond frez grubu yüzey görüntüleriyle benzerlik göstermektedir.

Yaptığımız çalışmamızın limitasyonları; PubMed, Web of Science Core, LISTA(NLM), Google Akademik gibi sitelerde yaptığımız literatür taramaları sonucunda Siroinspect cihazı ve BRIX-3000 ile yapılan çalışma sayısının oldukça az oluşu nedeniyle elde edilen sonuçların karşılaştırılamayışı ve SEM-EDS analizleri ayrılan örnek sayısının istatistiksel analiz için yeterli olmamasıdır. Ayrıca çalışmamızda kullandığımız 5 farklı çürük uzaklaştırma yöntemini, testleri ve yüzey analizlerini tek bir örnek üzerinde uygulamak mümkün olmadığı için, dişlerin yapısal farklılıklarından kaynaklanan değişiklikler göz ardı edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Mikrosertlik testi uygulanan dişlerde tüm ölçüm seviyelerinde (0 µm, 25 µm, 50 µm, 75 µm), en yüksek değerler kontrol grubunda en düşük değerler ise BRIX-3000 ve polimer rond frez gruplarından elde edilmiştir.
- Mikrosertlik testi uygulanan dişlerde tüm ölçüm seviyelerinde kontrol grubundan sonra en yüksek değerler Siroinspect grubunda görülmüştür.
- Mikrosertlik testi sonucunda tüm çürük uzaklaştırma yöntemleri ve ölçüm seviyeleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. ($p<0.05$)
- Mikrotensil bağlanma dayanımı testi sonucunda en yüksek değerler kontrol grubunda, en düşük değerler ise polimer rond frez grubunda tespit edildi.
- Mikrotensil bağlanma dayanımı testi sonucunda kontrol grubundan sonra en yüksek değerler Siroinspect, çelik rond frez ve BRIX-3000 gruplarında belirlenmiştir.
- Mikrotensil testi sonucunda tüm çürük uzaklaştırma yöntemleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. ($p<0.05$)
- SEM görüntü analizi sonrasında BRIX-3000 grubuna ait görüntülerde smear tabakası gözlenmemiş; diğer tüm gruplarda gözlenmiştir.
- Farklı çürük temizleme yöntemlerinin, kalan dentin dokusunun mikrosertlik ve mikrotensil bağlanma dayanım değerleri üzerinde fark oluşturduğu sonucuna varılmıştır.
- Çalışmamızdan elde ettiğimiz bu sonuçlara göre transillüminasyon yöntemiyle çürük uzaklaştırma yöntemleri kategorisindeki Siroinspect cihazının; geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemlerine güvenilir bir alternatif olabileceğini düşünüyoruz.

- Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin farklı tip adeziv sistemlerle kombine edildiği çalışmalar planlanarak adeziv sistem-çürük uzaklaştırma yöntemi etkileşiminin bağlanma dayanımı üzerine olan etkisi daha geniş bir açıdan değerlendirilebilir.
- Alternatif çürük uzaklaştırma yöntemlerinin dentin çürüğünü uzaklaştırmadaki etkinliğinin, kalan dentin dokusundaki mineral yoğunluğuna mikrosertlik değerlerine ve rezin bağlanma başarısına olan yansımalarının tam olarak anlaşılabilmesi için daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmaktadır.



KAYNAKÇA

1. Stookey GK, González-Cabezas C. Emerging methods of caries diagnosis. *Journal of Dental Education*, 2001, 65: 1001-1006.
2. Banting DW. The diagnosis of root caries. *J Dent Educ*, 2001, 65: 991-996.
3. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *The Lancet*, 2007, 369: 51-59.
4. Nikiforuk G. 10 The Caries Process—Morphological and Chemical Events. İçinde: *Understanding Dental Caries*, Karger Publishers, 1985: 261-289.
5. Strassler HE, Porter J, Serio CL. Contemporary treatment of incipient caries and the rationale for conservative operative techniques. *Dent Clin North Am*, 2005, 49: 867-887, viii.
6. McComb D. Conservative operative management strategies. *Dent Clin North Am*, 2005, 49: 847-865, vii-viii.
7. Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Research*, 2000, 34: 144-150.
8. Rafique S, Fiske J, Banerjee A. Clinical trial of an air-abrasion/chemomechanical operative procedure for the restorative treatment of dental patients. *Caries Research*, 2003, 37: 360-364.
9. Eberhard J, Zahl A, Dommisch H, Winter J, Acil Y, Jepsen S. Heat shock induces the synthesis of the inflammatory mediator leukotriene B4 in human pulp cells. *Int Endod J*, 2005, 38: 882-888.
10. de Oliveira MT, de Freitas PM, de Paula Eduardo C, Ambrosano GM, Giannini M. Influence of Diamond Sono-Abrasion, Air-Abrasion and Er:YAG Laser Irradiation on Bonding of Different Adhesive Systems to Dentin. *Eur J Dent*, 2007, 1: 158-166.

11. Kazak M. Minimal İnvaziv Çürük Kaldırma Yöntemleri ve Son Yenilikler. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Special Topics*, 2014, 5: 61-68.
12. Manisalı Y, Koray F. Ağız-dış embriyolojisi ve histolojisi. *İstanbul: Yenilik Basımevi*, 1982: 73-98.
13. Bayırlı GŞ, Şirin Ş. *Restoratif tedavi*. Baskı. İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları, 1985.
14. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet*, 2007, 369: 51-59.
15. Koray F. Diş çürükleri. *İstanbul: Altın Matbaacılık*, 1981: 45-50.
16. 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.
17. Kidd EA, Fejerskov O. *Essentials of dental caries*. Baskı. Oxford University Press, 2016.
18. Fejerskov O, Nyvad B. Clinical and histological manifestations of dental caries. *İçinde: Dental caries*, Blackwell Publishing Ltd, 2003: 71-97.
19. Kandelman D. Sugar, alternative sweeteners and meal frequency in relation to caries prevention: new perspectives. *British Journal of Nutrition*, 1997, 77: S121-S128.
20. Riccelli AE, Kelly LS. Prevention strategies for dental caries in the adolescent. *Dental Clinics*, 2006, 50: 33-49.
21. Saydam G. Karbonhidratlar-diş çürüğü ilişkisi ve sağlık eğitiminde beslenme bilgisi. *TDBD*, 1998, 44: 26-33.
22. Caldwell RC, Stallard RE. *A Textbook of Preventive Dentistry*. Baskı. Saunders, 1977.

23. Cengiz TE. İzmir. *Ege Üniversitesi Matbaası*, 1990.
24. Zero DT, Fontana M, Martínez-Mier EA, Ferreira-Zandoná A, Ando M, González-Cabezas C, Bayne S. 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.
25. Newbrun E. Cariology 3th ed Quentessence Publishing Co. 1989.
26. Zero D, Smith AJ, Wefel J, Duggal MS. In situ models for the study of caries and erosion. *Journal of Dental Research*, 2002, 81: A384-A384.
27. Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. *The Journal of the American Dental Association*, 2000, 131: 887-899.
28. Zero DT. Dental caries process. *Dental Clinics of North America*, 1999, 43: 635-664.
29. Watt RG. Emerging theories into the social determinants of health: implications for oral health promotion. *Community dentistry and oral epidemiology*, 2002, 30: 241-247.
30. Ashley F, Coward P, Jalil R, Wilson R. Relationship between calcium and inorganic phosphorus concentrations of both resting and stimulated saliva and dental plaque in children and young adults. *Archives of Oral Biology*, 1991, 36: 431-434.
31. Sreebny L. Saliva: Its role in health and disease. Working group 10 of the commission on oral health, research and epidemiology (CORE). *Int Dent J.*, 1992, 42: 287-304.
32. Fejerskov O, Kidd E. *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management*. Baskı. John Wiley & Sons, 2009.

33. JUHL M. Three-dimensional replicas of pit and fissure morphology in human teeth. *European Journal of Oral Sciences*, 1983, 91: 90-95.
34. Valera FB, Fernandes TMF, de Souza RE, Valera RC, Mondelli J. Morphometric analysis of the occlusal surface: the influence on the prevalence of carious lesions. *Salusvita Salusvita*, 2005: 301.
35. Çakir FY, Gürkan S, Attar N. Çürük mikrobiyolojisi. *H Diş Hek Fak Derg*, 2010, 34: 78-91.
36. Axelsson P. Etiologic factors involved in dental caries. 2000.
37. Cochrane N, Anderson P, Davis G, Adams G, Stacey M, Reynolds E. An X-ray microtomographic study of natural white-spot enamel lesions. *Journal of Dental Research*, 2012, 91: 185-191.
38. Lynch R, Ten Cate J. The effect of lesion characteristics at baseline on subsequent de-and remineralisation behaviour. *Caries Research*, 2006, 40: 530-535.
39. Holmgren C, Roux D, Doméjean S. Minimal intervention dentistry: part 5. Atraumatic restorative treatment (ART)—a minimum intervention and minimally invasive approach for the management of dental caries. *British Dental Journal*, 2013, 214: 11.
40. Darling AI. The selective attack of caries on the dental enamel. *Ann R Coll Surg Engl*, 1961, 29: 354-369.
41. Larsen MJ. Chemical events during tooth dissolution. *J Dent Res*, 1990, 69 Spec No: 575-580; discussion 634-576.
42. 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). *J Clin Pediatr Dent*, 2004, 28: 203-214.

43. Al-Khateeb S, Ten Cate J, Angmar-Månsson B, De Josselin de Jong E, Sundström G, Exterkate R, Oliveby A. Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Advances in Dental Research*, 1997, 11: 502-506.
44. LeGeros R. 7. Calcium Phosphates in Dental Calculus and Dental Caries. İçinde: *Calcium Phosphates in Oral Biology and Medicine*, Karger Publishers, 1991: 130-153.
45. Featherstone JD. Dental caries: a dynamic disease process. *Australian Dental Journal*, 2008, 53: 286-291.
46. Lee YL, Liu J, Clarkson BH, Lin CP, Godovikova V, Ritchie HH. Dentin-pulp complex responses to carious lesions. *Caries Research*, 2006, 40: 256-264.
47. Nanci A. *Ten Cate's Oral Histology-E-Book: Development, Structure, and Function*. Baskı. Elsevier Health Sciences, 2017.
48. Farahani RM, Nguyen K-A, Simonian M, Hunter N. Adaptive calcified matrix response of dental pulp to bacterial invasion is associated with establishment of a network of glial fibrillary acidic protein+/glutamine synthetase+ cells. *The American Journal of Pathology*, 2010, 177: 1901-1914.
49. Theodore M, Harald O, Edward J. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. *Mosby*, 2006, 5: 807-840.
50. 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: 243-252.
51. Lundeen TF. Cariology: the lesion, etiology, prevention, and control. *The Art and Science of Operative Dentistry*, 1985.

52. Caufield PW, Griffen AL. Dental caries: an infectious and transmissible disease. *Pediatric Clinics of North America*, 2000, 47: 1001-1019.
53. Elderton RJ. New Approaches to Cavity Design - with Special Reference to the Class-II Lesion. *British Dental Journal*, 1984, 157: 421-427.
54. Banerjee A, Watson T, Kidd E. Conservative dentistry: dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *British Dental Journal*, 2000, 188: 476.
55. Pitt Ford T, Rhodes JS, Pitt Ford H. Endodontics: problem-solving in clinical practice. 2002.
56. Yip H, Samaranayake L. Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clinical Oral Investigations*, 1998, 2: 148-154.
57. Fusayama T. Clinical guide for removing caries using a caries-detecting solution. *Quintessence International*, 1988, 19: 397-401.
58. Keane HC. *A century of service to dentistry, 1844-1944*. Bask1. The SS White Dental mfg. co., 1944.
59. Ritter AV. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry-E-Book*. Bask1. Elsevier Health Sciences, 2017.
60. Vinski I. Two hundred and fifty years of rotary instruments in dentistry. *British Dental Journal*, 1979, 146: 217.
61. Peyton F. Temperature rise in teeth developed by rotating instruments. *The Journal of the American Dental Association*, 1955, 50: 629-632.
62. Celiberti P, Francescut P, Lussi A. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Research*, 2006, 40: 117-123.
63. Yamada Y, Hossain M, Nakamura Y, Suzuki N, Matsumoto K. Removal of Carious Dentin by Mechanical, Chemomechanical and Er: YAG Laser in Deciduous Teeth. *Journal of Oral Laser Applications*, 2001, 1.

64. Boston DW. New device for selective dentin caries removal. *Quintessence International*, 2003, 34.
65. Dammaschke T, Rodenberg T, Schäfer E, Ott K. Efficiency of the polymer bur SmartPrep compared with conventional tungsten carbide bud bur in dentin caries excavation. *Operative Dentistry*, 2006, 31: 256-260.
66. 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: 643-651.
67. 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.
68. Hatibovic-Kofman S, Wright G, Braverman I. Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatric Dentistry*, 1998, 20: 173-176.
69. Ellis RW, Latta MA, Westerman GH. Effect of air abrasion and acid etching on sealant retention: an in vitro study. *Pediatric dentistry*, 1999, 21: 316-319.
70. Laurell KA, Hess JA. Scanning electron micrographic effects of air-abrasion cavity preparation on human enamel and dentin. *Quintessence International*, 1995, 26.
71. Epstein S. Analysis of airbrasive procedures in dental practice. *The Journal of the American Dental Association*, 1951, 43: 578-582.
72. Goldstein RE, Parkins FM. Air-abrasive technology: its new role in restorative dentistry. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 1994, 125: 551-557.

73. Hamilton JC, Dennison JB, Stoffers KW, Gregory WA, Welch KB. Early treatment of incipient carious lesions: a two-year clinical evaluation. *The Journal of the American Dental Association*, 2002, 133: 1643-1651.
74. Boyde A. Airpolishing effects on enamel, dentine, cement and bone. *British Dental Journal*, 1984, 156: 287.
75. Nielsen AG, Richards JR, Wolcott RB. Ultrasonic dental cutting instrument: I. *Journal of the American Dental Association*, 1955, 50: 392-399.
76. Nielsen AG. Ultrasonic dental cutting instrument: II. *Journal of the American Dental Association*, 1955, 50: 399-408.
77. Oman CR, Applebaum E. Ultrasonic cavity preparation. II. Progress report. *Journal of the American Dental Association*, 1955, 50: 414-417.
78. Banerjee A, Kidd EAM, Watson TF. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *Journal of Dentistry*, 2000, 28: 179-186.
79. Berggren U, Meynert G. Dental fear and avoidance: causes, symptoms, and consequences. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 1984, 109: 247-251.
80. Bussadori SK, Castro LC, Galvão AC. Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2006, 30: 115-119.
81. Inglehart MR, Peters MC, Flamenbaum MH, Eboda NN, Feigal RJ. Chemomechanical caries removal in children: An operator's and pediatric patients' responses. *The Journal of the American Dental Association*, 2007, 138: 47-55.
82. Habib C, Kronman J, Goldman M. A chemical evaluation of collagen and hydroxyproline after treatment with GK-101 (N-chloroglycine). *Pharmacology and therapeutics in dentistry*, 1975, 2: 209-215.

83. 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: 861-864.
84. Kurosaki N, Sato Y, Iwaku M, Fusayama T. Effect of a carious dentin softener on the dentin and pulp. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 1977, 38: 169-173.
85. Goldman M, Kronman JH. A preliminary report on a chemomechanical means of removing caries. *The Journal of the American Dental Association*, 1976, 93: 1149-1153.
86. Rompen E, Charpentier M. Elimination of carious tissue with the Caridex system: bacteriological study. *Revue d'odonto-stomatologie*, 1989, 18: 13-19.
87. Beeley J, Yip H, Stevenson A. Conservative dentistry: chemochemical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *British Dental Journal*, 2000, 188: 427.
88. Nagl M, Nguyen V, Gottardi W, Ulmer H, Höpfl R. Tolerability and efficacy of N-chlorotaurine in comparison with chloramine T for the treatment of chronic leg ulcers with a purulent coating: a randomized phase II study. *British Journal of Dermatology*, 2003, 149: 590-597.
89. Tonami K-i, Araki K, Mataka S, Kurosaki N. Effects of chloramines and sodium hypochlorite on carious dentin. *Journal of Medical and Dental Sciences*, 2003, 50: 139-146.
90. Arvidsson A, Liedberg B, Möller K, Lyvén B, Sellén A, Wennerberg A. Chemical and topographical analyses of dentine surfaces after Carisolv™ treatment. *Journal of Dentistry*, 2002, 30: 67-75.

91. 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: 171-177.
92. Nakamura H, Asai K, Fujita H, Nakazato H, Nishimura Y, Furuse Y, Sahashi E. The solvent action of sodium hypochlorite on bovine tendon collagen, bovine pulp, and bovine gingiva. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1985, 60: 322-326.
93. 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: 637-643.
94. Sakoolnamarka R, Burrow MF, Kubo S, Tyas MJ. Morphological study of demineralized dentine after caries removal using two different methods. *Australian Dental Journal*, 2002, 47: 116-122.
95. Wennerberg A, Sawase T, Kultje C. The influence of Carisolv (TM) on enamel and dentine surface topography. *European Journal of Oral Sciences*, 1999, 107: 297-306.
96. Yazici AR, Atilla P, Ozgunaltay G, Muftuoglu S. In vitro comparison of the efficacy of Carisolv (TM) and conventional rotary instrument in caries removal. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2003, 30: 1177-1182.
97. Ericson D, Zimmerman M, Raber H, Gotrick B, Bornstein R, Thorell J. Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemo-mechanical removal of caries - A multi-centre study. *Caries Research*, 1999, 33: 171-177.
98. Hamama H, Yiu C, Burrow M. Current update of chemomechanical caries removal methods. *Australian Dental Journal*, 2014, 59: 446-456.

99. 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: 117.
100. Mollica FB, Torres CRG, Gonçalves SEdP, Mancini MNG. Dentine microhardness after different methods for detection and removal of carious dentine tissue. *Journal of Applied Oral Science*, 2012, 20: 449-454.
101. Venkataraghavan K, Kush A, Lakshminarayana C, Diwakar L, Ravikumar P, Patil S, Karthik S. Chemomechanical Caries Removal: A Review & Study of an Indigen-ously Developed Agent (Carie Care TM Gel) In Children. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 2013, 5: 84.
102. Banerjee A, Kellow S, Mannocci F, Cook R, Watson T. An in vitro evaluation of microtensile bond strengths of two adhesive bonding agents to residual dentine after caries removal using three excavation techniques. *Journal of Dentistry*, 2010, 38: 480-489.
103. 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: 675-683.
104. 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: 87-93.
105. Mahdi M, Haidar A. *Evaluation of the Efficacy of Caries Removal Using Papain Gel (Brix 3000) and Smart Preparation Bur(in vivo Comparative Study)*. Baskı. 2019.
106. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of

- microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *International Endodontic Journal*, 2006, 39: 31-39.
107. Walsh L. The current status of laser applications in dentistry. *Australian Dental Journal*, 2003, 48: 146-155.
108. Cozean C, Arcoria CJ, Pelagalli J, Powell GL. Dentistry for the 21st century? Erbium: YAG laser for teeth. *The Journal of the American Dental Association*, 1997, 128: 1080-1087.
109. van As G. Erbium lasers in dentistry. *Dental Clinics*, 2004, 48: 1017-1059.
110. Sulieman M. An overview of the use of lasers in general dental practice: 2. Laser wavelengths, soft and hard tissue clinical applications. *Dental Update*, 2005, 32: 286-296.
111. Arisu HD. Restoratif diş hekimliği ve endodontide lazer kullanımı. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2009, 26: 125-132.
112. Shi XQ, Welander U, Angmar-Mansson B. Occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent and radiography: An in vitro comparison. *Caries Research*, 2000, 34: 151-158.
113. Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *European Journal of Oral Sciences*, 2001, 109: 14-19.
114. Takamori K, Hokari N, Okumura Y, Watanabe S. Detection of occlusal caries under sealants by use of a laser fluorescence system. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 2001, 19: 267-271.
115. Gimbel CB. Hard tissue laser procedures. *Dental Clinics of North America*, 2000, 44: 931-953, viii.

116. Matsumoto K, Wang X, Zhang C, Kinoshita J-I. Effect of a novel Er: YAG laser in caries removal and cavity preparation: a clinical observation. *Photomedicine and Laser Therapy*, 2007, 25: 8-13.
117. Dommisch H, Peus K, Kneist S, Krause F, Braun A, Hedderich J, Jepsen S, Eberhard J. Fluorescence-controlled Er: YAG laser for caries removal in permanent teeth: a randomized clinical trial. *European Journal of Oral Sciences*, 2008, 116: 170-176.
118. Krause F, Braun A, Lotz G, Kneist S, Jepsen S, Eberhard J. Evaluation of selective caries removal in deciduous teeth by a fluorescence feedback-controlled Er: YAG laser in vivo. *Clinical Oral Investigations*, 2008, 12: 209-215.
119. Eggertsson H, Analoui M, Van der Veen M, González-Cabezas C, Eckert G, Stookey G. Detection of early interproximal caries in vitro using laser fluorescence, dye-enhanced laser fluorescence and direct visual examination. *Caries Research*, 1999, 33: 227-233.
120. Featherstone J. Caries detection and prevention with laser energy. *Dental Clinics of North America*, 2000, 44: 955-969, ix.
121. Buchalla W, Lennon A. Luminescence assisted caries excavation. *International Application Published Under The Patent Cooperation Treaty*, 2002.
122. Alfano R, Yao S. Human teeth with and without dental caries studied by visible luminescent spectroscopy. *Journal of Dental Research*, 1981, 60: 120-122.
123. Zandoná AF, Zero DT. Diagnostic tools for early caries detection. *The Journal of the American Dental Association*, 2006, 137: 1675-1684.
124. Korkut B, Tagtekin DA, Yanıkoglu FÇ. Early diagnosis of dental caries and new diagnostic methods: QLF, Diagnodent, Electrical Conductance and Ultrasonic System. *EUDFD*, 2011, 32: 55-67.

125. Dorothy McComb B, Tam LE. Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional methods. *J Can Dent Assoc*, 2001, 67: 454-457.
126. Axelsson P. *Diagnosis and risk prediction of dental caries*. Baskı. Quintessence Publishing Company Chicago, 2000.
127. Demirci T, Kaya AD, Türkün M. Çürük Tespit Boyalarının Güvenirliliği.
128. Yip H, Stevenson A, Beeley J. The specificity of caries detector dyes in cavity preparation. *British Dental Journal*, 1994, 176: 417.
129. Ekstrand KR, Martignon S, Ricketts D, Qvist V. Detection and activity assessment of primary coronal caries lesions: a methodologic study. *Operative Dentistry*, 2007, 32: 225-235.
130. Kühnisch J, Dietz W, Stösser L, Hickel R, Heinrich-Weltzien R. Effects of dental probing on occlusal surfaces—a scanning electron microscopy evaluation. *Caries Research*, 2007, 41: 43-48.
131. Ari T, Ari N. The performance of ICDAS-II using low-powered magnification with light-emitting diode headlight and alternating current impedance spectroscopy device for detection of occlusal caries on primary molars. *ISRN Dentistry*, 2013, 2013.
132. Weerheijm KL, Groen H, Bast A, Kieft J, Eijkman M, Van Amerongen W. Clinically undetected occlusal dentine caries: a radiographic comparison. *Caries Research*, 1992, 26: 305-309.
133. Verdonschot E, Kuijpers J, Polder B, De Leng-Worm M, Bronkhorst E. Effects of digital grey-scale modification on the diagnosis of small approximal carious lesions. *Journal of Dentistry*, 1992, 20: 44-49.

134. Cochrane N, Saranathan S, Cai F, Cross K, Reynolds E. Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Research*, 2008, 42: 88-97.
135. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Research*, 1999, 33: 261-266.
136. Angmar-Mansson B, Ten Bosh J. Advances in methods for diagnosing coronal caries-a review. *Advances in Dental Research*, 1993, 7: 70-79.
137. Stookey GK, Jackson RD, Zandona A, Analoui M. Dental caries diagnosis. *Dental Clinics of North America*, 1999, 43: 665-677, vi.
138. Bjelkhagen H, Sundstrom F, Angmarmansson B, Ryden H. Early Detection of Enamel Caries by the Luminescence Excited by Visible Laser-Light. *Swedish Dental Journal*, 1982, 6: 1-7.
139. Lussi A, Hibst R, Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *Journal of dental research*, 2004, 83: 80-83.
140. Aljehani A, Yang L, Shi X-Q. In vitro quantification of smooth surface caries with DIAGNOdent and the DIAGNOdent pen. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2007, 65: 60-63.
141. Kühnisch J, Bücher K, Hickel R. The intra/inter-examiner reproducibility of the new DIAGNOdent Pen on occlusal sites. *Journal of Dentistry*, 2007, 35: 509-512.
142. Özgür B, Ünverdi GE, Çehrelî ZC. Diş Çürüğünün Tespitinde Geleneksel ve Güncel Yaklaşımlar. *Türkiye Klinikleri Journal of Pediatric Dentistry-Special Topics*, 2018, 4: 1-9.

143. Lennon ÁM, Attin T, Martens S, Buchalla W. Fluorescence-aided caries excavation (FACE), caries detector, and conventional caries excavation in primary teeth. *Pediatric Dentistry*, 2009, 31: 316-319.
144. Tassery H, Levallois B, Terrer E, Manton D, Otsuki M, Koubi S, Gugnani N, Panayotov I, Jacquot B, Cuisinier F. Use of new minimum intervention dentistry technologies in caries management. *Australian Dental Journal*, 2013, 58: 40-59.
145. Strassler HE, Sensi LG. Technology-enhanced caries detection and diagnosis. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 2008, 29: 464-465, 468, 470 passim.
146. Aktan AM, Cebe MA, Çiftçi ME, Karaarslan EŞ. A novel LED-based device for occlusal caries detection. *Lasers In Medical Science*, 2012, 27: 1157-1163.
147. Gürses M, Ünlü N. Okluzal çürük teşhis yöntemlerine güncel bakış. *Selcuk Dental Journal*, 4: 153-161.
148. Jablonski-Momeni A, Heinzl-Gutenbrunner M, Klein SMC. In vivo performance of the VistaProof fluorescence-based camera for detection of occlusal lesions. *Clinical Oral Investigations*, 2014, 18: 1757-1762.
149. Tassery H, Manton D. Detection and Diagnosis of Carious Lesions. İçinde: 2016.
150. Fried D, Glena RE, Featherstone JD, Seka W. Nature of light scattering in dental enamel and dentin at visible and near-infrared wavelengths. *Applied optics*, 1995, 34: 1278-1285.
151. Young D. New caries detection technologies and modern caries management: merging the strategies. *General Dentistry*, 2002, 50: 320-331.
152. Hall A, Girkin J. A review of potential new diagnostic modalities for caries lesions. *Journal of Dental Research*, 2004, 83: 89-94.

153. Kühnisch J, Söchtig F, Pitchika V, Laubender R, Neuhaus KW, Lussi A, Hickel R. In vivo validation of near-infrared light transillumination for interproximal dentin caries detection. *Clinical Oral Investigations*, 2016, 20: 821-829.
154. Chałas R, Piątek D, Wójcik-Chęcińska I, Zubrzycka-Wróbel J, Bachanek T. AC-impedance spectroscopy and caries detection. *Curr. Iss. Pharm. Med. Sci*, 2013, 26: 344-346.
155. Yanikoğlu FÇ, Öztürk F, Hayran O, Analoui M, Stookey G. Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries Research*, 2000, 34: 225-232.
156. Kamburoğlu K, Kurt H, Kolsuz E, Öztaş B, Tatar I, Çelik HH. Occlusal caries depth measurements obtained by five different imaging modalities. *Journal of Digital Imaging*, 2011, 24: 804-813.
157. Hanke LD. Handbook of analytical methods for materials. *Materials Evaluation and Engineering Inc., Plymouth*, 2001: 35-38.
158. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips' science of dental materials*. Baskı. Elsevier Health Sciences, 2013.
159. McCabe JF, Walls AW. *Applied dental materials*. Baskı. John Wiley & Sons, 2013.
160. Waters N. Dental materials. Properties and manipulation: By R. Craig, W. O'Brien and J. Powers. 238× 164mm. Pp. 328. 1983. London, CV Mosby. Softback,£ 12.75. 1984.
161. Bagby M, Gladwin M. *Clinical Aspects of Dental Materials: Theory, Practice, and Cases*. Baskı. Wolters Kluwer business, 2009.
162. Kayalı E, Ensari C, Dikeç F, Metalik Malzemelerin Mekanik Deneyleri İ. Kimya-Metalürji Fakültesi Ofset Atölyesi. 1990.

163. Smith WF. Principles of materials science and engineering. 1986.
164. Gutiérrez-Salazar MDP, Reyes-Gasga J. Microhardness and chemical composition of human tooth. *Materials Research*, 2003, 6: 367-373.
165. Hosoya Y, Marshall S, Watanabe L, Marshall G. Microhardness of carious deciduous dentin. *Operative Dentistry*, 2000, 25: 81-89.
166. Kellner R, Mermet J-M, Otto M, Valcarcel M, Widmer HM. *Analytical Chemistry: A Modern Approach to Analytical Science*. Baskı. Wiley-Vch Weinheim, 2004.
167. Khunkitti W, Hann A, Lloyd D, Furr J, Russell A. X-ray microanalysis of chlorine and phosphorus content in biguanide-treated *Acanthamoeba castellanii*. *Journal of Applied Microbiology*, 1999, 86: 453-459.
168. Goldstein JI, Newbury DE, Michael JR, Ritchie NW, Scott JHJ, Joy DC. *Scanning Electron microscopy and X-ray microanalysis*. Baskı. Springer, 2017.
169. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between Surface-Area for Adhesion and Tensile Bond Strength - Evaluation of a Micro-Tensile Bond Test. *Dental Materials*, 1994, 10: 236-240.
170. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dental Materials*, 1995, 11: 117-125.
171. Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho R, Pashley E, Pashley DH. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *Journal of Dental Research*, 1999, 78: 699-705.
172. Üşümez A, Aykent F. Farklı Asitler ve Er, Cr: YSGG Lazer Sistemi İle Pürüzlendirilen Diş Yüzeylerine Uygulanan Porselen Laminate Veneerlerin Makaslama Bağlantılarının Karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 2003, 9: 1-8.

173. Sudsangiam S, van Noort R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose. *J Adhes Dent*, 1999, 1: 57-67.
174. Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dental Materials*, 1998, 14: 194-201.
175. 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: 287.
176. Pitts N. Preventive and minimal intervention dentistry in the undergraduate curriculum. *Journal of Dentistry*, 2011, 39: S41-S48.
177. Amaechi BT. Emerging technologies for diagnosis of dental caries: The road so far. *Journal of applied physics*, 2009, 105: 102047.
178. Magalhães CSd, Moreira AN, Campos WRdC, Rossi FM, Castilho GAA, Ferreira RC. Effectiveness and efficiency of chemomechanical carious dentin removal. *Brazilian dental journal*, 2006, 17: 63-67.
179. Flückiger L, Waltimo T, Stich H, Lussi A. Comparison of chemomechanical caries removal using Carisolv™ or conventional hand excavation in deciduous teeth in vitro. *Journal of Dentistry*, 2005, 33: 87-90.
180. Ganesh M, Parikh D. Chemomechanical caries removal (CMCR) agents: Review and clinical application in primary teeth. *Journal of Dentistry and oral hygiene*, 2011, 3: 34-45.
181. Martens L. Laser physics and a review of laser applications in dentistry for children. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 2011, 12: 61-67.
182. Fusayama T. Two layers of carious dentin; diagnosis and treatment. *Oper Dent*, 1979, 4: 63-70.

183. Borczyk D, Piątowska D, Krzemiński Z. An in vitro study of affected dentin as a risk factor for the development of secondary caries. *Caries Research*, 2006, 40: 47-51.
184. Neves AA, Coutinho E, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Does DIAGNOdent provide a reliable caries-removal endpoint? *Journal of Dentistry*, 2011, 39: 351-360.
185. 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*, 2011, 39: 154-162.
186. Dennison JB, Hamilton JC. Treatment decisions and conservation of tooth structure. *Dental Clinics*, 2005, 49: 825-845.
187. Bergmann J, Leitão J, Kultje C, Bergmann D, Clode MJ. Removing dentine caries in deciduous teeth with Carisolv: a randomised, controlled, prospective study with six-month follow-up, comparing chemomechanical treatment with drilling. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 2005, 3.
188. Lennon A, Buchalla W, Switalski L, Stookey G. Residual caries detection using visible fluorescence. *Caries Research*, 2002, 36: 315-319.
189. Dorothy McComb B. Caries-detector dyes—how accurate and useful are they? *J Can Dent Assoc*, 2000, 66: 195-198.
190. Perdigão J. Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dental Clinics*, 2002, 46: 277-301.
191. Chang JC, Hart DA, Estey AW, Chan JT. Tensile bond strengths of five luting agents to two CAD-CAM restorative materials and enamel. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2003, 90: 18-23.
192. Roberson T, Hayman H. Art & science of operative dentistry 5th ed. 2006.

193. Piwowarczyk A, Lauer H-C, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2004, 92: 265-273.
194. Cardoso PE, Braga RR, Carrilho MR. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dental Materials*, 1998, 14: 394-398.
195. Ertugrul HZ, Ismail YH. An in vitro comparison of cast metal dowel retention using various luting agents and tensile loading. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2005, 93: 446-452.
196. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry-University of Washington*, 2003, 28: 215-235.
197. Reyes-Gasga J, Alcantara-Rodriguez C, Gonzalez-Trejo A, Madrigal-Colin A. Child, adult and aged human tooth enamel characterized by electron microscopy. *Acta Microscopica*, 1997, 6: 24-38.
198. Marshall Jr GW. Dentin: Microstructure and characterization. *Quintessence International*, 1993, 24.
199. Fosse G, Saele PK, Eide R. Numerical density and distributional pattern of dentin tubules. *Acta Odontologica Scandinavica*, 1992, 50: 201-210.
200. Marshall Jr GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry*, 1997, 25: 441-458.
201. Koulourides T, Housch T. Hardness testing and microradiography of enamel in relation to intraoral de-and remineralization of the teeth. 1983: 255-272.

202. Kinney J, Balooch M, Marshall S, Marshall Jr G, Weihs T. Hardness and Young's modulus of human peritubular and intertubular dentine. *Archives of Oral Biology*, 1996, 41: 9-13.
203. Shahdad SA, McCabe JF, Bull S, Rusby S, Wassell RW. Hardness measured with traditional Vickers and Martens hardness methods. *Dental Materials*, 2007, 23: 1079-1085.
204. Collys K, Slop D, Cleymaet R, Coomans D, Michotte Y. Load dependency and reliability of microhardness measurements on acid-etched enamel surfaces. *Dental Materials*, 1992, 8: 332-335.
205. Katirci G, Ermis RB. Microindentation hardness and calcium/phosphorus ratio of dentin following excavation of dental caries lesions with different techniques. *SpringerPlus*, 2016, 5: 1641.
206. Hamama H, Yiu C, Burrow MF, King N. Chemical, morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Australian Dental Journal*, 2013, 58: 283-292.
207. Meredith N, Sherriff M, Setchell D, Swanson S. Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Archives of Oral Biology*, 1996, 41: 539-545.
208. Craig R, Peyton F. The microhardness of enamel and dentin. *Journal of Dental Research*, 1958, 37: 661-668.
209. Banerjee A, Sherriff M, Kidd E, Watson T. Cariology: A confocal microscopic study relating the autofluorescence of carious dentine to its microhardnes. *British Dental Journal*, 1999, 187: 206.

210. Fusayama T, Okuse K, Hosoda H. Relationship between hardness, discoloration, and microbial invasion in carious dentin. *Journal of Dental Research*, 1966, 45: 1033-1046.
211. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernandes CA, Tay F. The microtensile bond test: A review. *Journal of Adhesive Dentistry*, 1999, 1.
212. Oilo G. Bond strength testing--what does it mean? *International Dental Journal*, 1993, 43: 492-498.
213. Yesilyurt C, Bulucu B. Bond strength of total-etch and self-etch dentin adhesive systems on peripheral and central dentinal tissue: a microtensile bond strength test. *J Contemp Dent Pract*, 2006, 7: 26-36.
214. Tachibana A, Marques MM, Soler JMP, Matos AB. Erbium, chromium: yttrium scandium gallium garnet laser for caries removal: influence on bonding of a self-etching adhesive system. *Lasers in Medical Science*, 2008, 23: 435-441.
215. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dental Materials*, 2005, 21: 864-881.
216. Sensi L, Lopes G, Monteiro Jr S, Baratieri L, Vieira L. Dentin bond strength of self-etching primers/adhesives. *Oper Dent*, 2005, 30: 63-68.
217. Pashley DH, Carvalho R. Dentine permeability and dentine adhesion. *Journal of Dentistry*, 1997, 25: 355-372.
218. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CLN, de Carvalho RM, Singer JDM, Grande RHM. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2003, 5.

219. Pereira P, Okuda M, Sano H, Yoshikawa T, Burrow M, Tagami J. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dental Materials*, 1999, 15: 46-53.
220. Nakajima M, Sano H, Burrow M, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell C, Pashley DH. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *Journal of Dental Research*, 1995, 74: 1679-1688.
221. Nakajima M, Ogata M, Okuda M, Tagami J, Sano H, Pashley DH. Bonding to caries-affected dentin using self-etching primers. *American Journal of Dentistry*, 1999, 12: 309-314.
222. Yoshiyama M, Tay F, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, Carvalho R, Nakajima M, Pashley D. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *Journal of Dental Research*, 2002, 81: 556-560.
223. Yoshiyama M, Tay FR, Torii Y, Nishitani Y, Doi J, Itou K, Ciucchi B, Pashley DH. Resin adhesion to carious dentin. *American Journal of Dentistry*, 2003, 16: 47-52.
224. Hsu K-W, Marshall SJ, Pinzon LM, Watanabe L, Saiz E, Marshall GW. SEM evaluation of resin-carious dentin interfaces formed by two dentin adhesive systems. *Dental Materials*, 2008, 24: 880-887.
225. Doi J, Itota T, Torii Y, Nakabo S, Yoshiyama M. Micro-tensile bond strength of self-etching primer adhesive systems to human coronal carious dentin. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2004, 31: 1023-1028.
226. Wang Y, Spencer P, Walker MP. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: 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*, 2007, 81: 279-286.
227. Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent of human carious dentin. *Journal of Dental Research*, 1983, 62: 7-10.
228. Marshall G, Habelitz S, Gallagher R, Balooch M, Balooch G, Marshall S. Nanomechanical properties of hydrated carious human dentin. *Journal of Dental Research*, 2001, 80: 1768-1771.
229. Daculsi G, LeGeros R, Jean A, Kerebel B. Possible physico-chemical processes in human dentin caries. *Journal of Dental Research*, 1987, 66: 1356-1359.
230. Kinoshita J-I, Kimura Y, Matsumoto K. Comparative study of carious dentin removal by Er, Cr: YSGG laser and Carisolv. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 2003, 21: 307-315.
231. Diaz-Arnold AM, Williams VD, Aquilino SA. Review of dentinal bonding in vitro: the substrate. *Oper Dent*, 1990, 15: 71-75.
232. Rueggeberg FA. Substrate for Adhesion Testing to Tooth Structure - Review of the Literature. *Dental Materials*, 1991, 7: 2-10.
233. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent*, 1991, 4: 231-236.
234. DeWald JP. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: A review of infection control considerations. *Dental Materials*, 1997, 13: 74-81.
235. Ziskind D, Gleitman J, Rotstein I, Friedman M. Evaluation of cetylpyridinium chloride for infection control in storage solution. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2003, 30: 477-481.

236. Brannstrom M, Coli P, Blixt M. Effect of Tooth Storage and Cavity Cleansing on Cervical Gap Formation in Class-Ii Glass-Ionomer Composite Restorations. *Dental Materials*, 1992, 8: 327-331.
237. Aquilino SA, Williams VD, Svare CW. The effect of storage solutions and mounting media on the bond strengths of a dentinal adhesive to dentin. *Dent Mater*, 1987, 3: 131-135.
238. Retief DH, Wendt SL, Bradley EL, Denys FR. The effect of storage media and duration of storage of extracted teeth on the shear bond strength of Scotchbond 2/Silux to dentin. *Am J Dent*, 1989, 2: 269-273.
239. Goodis HE, Marshall GW, White JM, Gee L, Hornberger B, Marshall SJ. Storage Effects on Dentin Permeability and Shear Bond Strengths. *Dental Materials*, 1993, 9: 79-84.
240. Shibata S, VIEIRA LCC, Baratieri LN, Fu J, Hoshika S, Matsuda Y, Sano H. Evaluation of microtensile bond strength of self-etching adhesives on normal and caries-affected dentin. *Dental Materials Journal*, 2016, 35: 166-173.
241. Erhardt MCG, Toledano M, Osorio R, Pimenta LA. Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin/resin interfaces: effects of long-term water exposure. *Dental Materials*, 2008, 24: 786-798.
242. Ganter P, Al-Ahmad A, Wrbas K-T, Hellwig E, Altenburger MJ. The use of computer-assisted FACE for minimal-invasive caries excavation. *Clinical Oral Investigations*, 2014, 18: 745-751.
243. Lai G, Zhu L, Xu X, Kunzelmann K-H. An in vitro comparison of fluorescence-aided caries excavation and conventional excavation by microhardness testing. *Clinical Oral Investigations*, 2014, 18: 599-605.

244. Garcia-Contreras R, Scougall-Vilchis RJ, Contreras-Bulnes R, Sakagami H, Morales-Luckie RA, Nakajima H. A comparative in vitro efficacy of conventional rotatory and chemomechanical caries removal: Influence on cariogenic flora, microhardness, and residual composition. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 2014, 17: 536.
245. Hossain M, Nakamura Y, Tamaki Y, Yamada Y, Jayawardena J, Matsumoto K. Dentinal composition and Knoop hardness measurements of cavity floor following carious dentin removal with Carisolv. 2003.
246. Boob AR, Manjula M, Reddy ER, Srilaxmi N, Rani T. Evaluation of the efficiency and effectiveness of three minimally invasive methods of caries removal: an in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2014, 7: 11.
247. Pires Corrêa FN, Oliveira Rocha Rd, Rodrigues Filho LE, Muench A, Delgado Rodrigues CRM. Chemical versus conventional caries removal techniques in primary teeth: a microhardness study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2007, 31: 187-192.
248. 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: 7.
249. Toledano M, Cabello I, Yamauti M, Osorio R. Differential resin-dentin bonds created after caries removal with polymer burs. *Microscopy and Microanalysis*, 2012, 18: 497-508.
250. Wei X, Hou B-x, Lü Y-l. Bond strength of different adhesives to normal and caries-affected dentins. *Chinese medical journal*, 2010, 123: 332-336.

251. Pereira PN, Nunes M, Miguez P, Swift Jr EJ. Bond strengths of a 1-step self-etching system to caries-affected and normal dentin. *Operative Dentistry*, 2006, 31: 677-681.
252. Yoshiyama M, Urayama A, Kimochi T, Matsuo T, Pashley DH. Comparison of conventional vs self-etching adhesive bonds to caries-affected dentin. *Operative Dentistry*, 2000, 25: 163-169.
253. Say E, Nakajima M, Senawongse P, Soyman M, Ozer F, Tagami J. Bonding to sound vs caries-affected dentin using photo-and dual-cure adhesives. *Oper Dent*, 2005, 30: 90-98.
254. 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: 429-435.
255. Aggarwal V, Singla M, Yadav S, Yadav H. The effect of caries excavation methods on the bond strength of etch-and-rinse and self-etch adhesives to caries affected dentine. *Australian Dental Journal*, 2013, 58: 454-460.
256. Tripathi RS, Pathak K. Optimization studies on development and evaluation of papain-based in situ gelling system for chemomechanical caries removal. *Pharmaceutical Development and Technology*, 2015, 20: 801-811.
257. 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: 793-801.
258. Sonoda H, Banerjee A, Sherriff M, Tagami J, Watson T. An in vitro investigation of microtensile bond strengths of two dentine adhesives to caries-affected dentine. *Journal of Dentistry*, 2005, 33: 335-342.

259. Yildiz E, Sirinkaraarslan E, Yegin Z, Cebe M, Tosun G. Effect of caries removal techniques on the bond strength of adhesives to caries-affected primary dentin in vitro. *European Journal of Paediatric Dentistry: official journal of European Academy of Paediatric Dentistry*, 2013, 14: 209-214.
260. Naik SV, Shashikiran N, Chaitra N, Syed G. A microtensile bond strength evaluation of a single-bottle adhesive to caries-affected dentin in conventional versus minimal invasive caries removal techniques: An in-vitro study. *Indian journal of dentistry*, 2014, 5: 127.
261. Neves AdA, Coutinho E, Cardoso MV, De Munck J, Van Meerbeek B. Microtensile bond strength and interfacial characterization of an adhesive bonded to dentin prepared by contemporary caries-excitation techniques. *Dental Materials*, 2011, 27: 552-562.
262. 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: 332-339.
263. Silva NR, Carvalho RM, Pegoraro LF, Tay FR, Thompson VP. Evaluation of a self-limiting concept in dentinal caries removal. *J Dent Res*, 2006, 85: 282-286.
264. Piva E, Ogliairi 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: 364-370.
265. Meller C, Welk A, Zeligowski T, Splieth C. Comparison of dentin caries excavation with polymer and conventional tungsten carbide burs. *Quintessence International*, 2007, 38.

266. Prabhakar A, Kiran NK. Clinical evaluation of polyamide polymer burs for selective carious dentin removal. *J Contemp Dent Pract*, 2009, 10: 26-34.
267. Sakoolnamarka R, Burrow M, Swain M, Tyas M. Microhardness and Ca: P ratio of carious and Carisolv™ treated caries-affected dentine using an ultra-micro-indentation system and energy dispersive analysis of x-rays—A pilot study. *Australian Dental Journal*, 2005, 50: 246-250.
268. Bittencourt S, Pereira J, Rosa A, Oliveira K, Ghizoni J, Oliveira M. Mineral content removal after Papacarie application in primary teeth: a quantitative analysis. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2010, 34: 229-231.
269. Celik E, Ergücü Z, Türkün L, Türkün M. Effect of different laser devices on the composition and microhardness of dentin. *Operative Dentistry*, 2008, 33: 496-501.
270. Rohanizadeh R, LeGeros R, Fan D, Jean A, Daculsi G. Ultrastructural properties of laser-irradiated and heat-treated dentin. *Journal of Dental Research*, 1999, 78: 1829-1835.
271. Gheorghiu I-M, Marascu V, Staicu D, Zmarandache D, Perlea P. Comparative ultrastructural analysis of dentin surfaces mechanically prepared using carbon steel conventional burs and polymer burs. *Romanian Biotechnological Letters*, 2017, 22: 12775.
272. Gwinnett A. Smear layer: morphological considerations. *Oper Dent*, 1984, 3: 2-12.
273. Pires Corrêa FN, Rodrigues Filho LE, Delgado Rodrigues CRM. Evaluation of residual dentin after conventional and chemomechanical caries removal using SEM. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2007, 32: 115-120.

274. Yazici A, Ozgünaltay G, Dayangaç B. A scanning electron microscopic study of different caries removal techniques on human dentin. *Operative Dentistry*, 2002, 27: 360-366.



EKLER

EK-1 ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Selin NACAĞ
Doğum tarihi: 12.09.1990
Doğum yeri: Offenburg
Medeni hali:
Uyruğu: T.C.
Adres: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi. Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, 25240 Yakutiye/ERZURUM
Tel:
Faks:
E-mail: selin.nacak@atauni.edu.tr
Eğitim
Lise: Hasan Ali Yücel Anadolu Öğretmen Lisesi (2004)
Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi, Trabzon (2008-2013)
Yüksek lisans:
Doktora:
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce: Orta derecede
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
Türk Diş Hekimleri Birliği
Restoratif Diş Hekimliği Derneği
İlgi Alanları ve Hobiler
Kayak, at binme, dans, müzik, kitap, sinema, doğa yürüyüşü, snowboard

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU



TC
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Sayı: 12

11.01.2018

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

19.12.2017 tarih ve 20 sayılı yazınız ekinde gönderilen Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAY'ın danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Selin NACAĞ'ın hazırladığı "*Farklı Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Kalan Dentin Dokusunun Yüzey Sertliğine ve Kompozit Rezine Bağlanma Dayanımına Olan Etkisinin İncelenmesi*" konulu Uzmanlık Tezinin konulu Uzmanlık Tezinin etik kurul başvurusu kurulumuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.

Prof. Dr. Taşkın GÜRBÜZ
Etik Kurul Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

Adres: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı ERZURUM
Tel : (442) 2360942



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 11.01.2018
Oturum Sayısı: 1/ 2018

KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAĞ Arş. Gör. Dt. Selin NACAĞ
Araştırmanın Açık Adı	<i>Farklı Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Kalan Dentin Dokusunun Yüzey Sertliğine ve Kompozit Rezine Bağlanma Dayanımına Olan Etkisinin İncelenmesi</i>
Karar No	12.
Alınan Karar	Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAĞ'ın danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Selin NACAĞ'ın hazırladığı " <i>Farklı Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Kalan Dentin Dokusunun Yüzey Sertliğine ve Kompozit Rezine Bağlanma Dayanımına Olan Etkisinin İncelenmesi</i> " konulu Uzmanlık Tezinin Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılmak şartıyla; kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oybirliği ile karar verildi.


Prof. Dr. Taşkın GÜRBÜZ
Etik Kurul Başkanı


Prof. Dr. Ertuğ DAYI


Prof. Dr. Recep ORBAK


Prof. Dr. K. Metem ÇOLAK