



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ



SÜT DİŞLERİNDE FARKLI ÇÜRÜK TEMİZLEME
YÖNTEMLERİNİN ETKİNLİĞİNİN MİKRO
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ VE SEM-EDX İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Suna Nur GÖKÇE

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Levent ÖZER

ANKARA

2022

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

SÜT DİŞLERİNDE FARKLI ÇÜRÜK TEMİZLEME
YÖNTEMLERİNİN ETKİNLİĞİNİN MİKRO
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ VE SEM-EDX İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Suna Nur GÖKÇE

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Levent ÖZER

ANKARA
2022

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na

Uzmanlık tezi olarak hazırlayıp sunduğum ‘Süt Dişlerinde Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ve Sem-Edx İle Değerlendirilmesi’ başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/ hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler ve yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Uzmanlık Öğrencisinin Adı Soyadı: Suna Nur GÖKÇE

Tarih :

İmza :

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'nda Suna Nur GÖKÇE tarafından hazırlanan 'Süt Dişlerinde Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi Ve Sem-Edx İle Değerlendirilmesi Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma Yönteminin Etkinliğinin İn Vitro Koşullarda Değerlendirilmesi' adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından UZMANLIK TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 28/11/2022

Prof. Dr. Çağdaş ÇINAR

Gazi Üniversitesi Çocuk Diş Hekimliği A.D

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Levent ÖZER

Ankara Üniversitesi

Çocuk Diş Hekimliği A.D

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Akif DEMİREL

Ankara Üniversitesi

Çocuk Diş Hekimliği A.D

Üye

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmaları	vii
Şekiller	ix
Çizelgeler	xi
1.GİRİŞ	1
1.1.Diş Çürüğünün Tanımı ve Etiyolojisi	1
1.2.Dentin Tabakasındaki Diş Çürüğü	2
1.3.Çürük Temizliğinin Tarihçesi	5
1.4.Çürük Temizleme Yöntemleri	6
1.4.1.Dental El Aletleri	6
1.4.1.1.Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)	7
1.4.2.Dental Mekanik Döner Aletler ve Frezler	10
1.4.3.Mekanik Döner Olmayan Aletler ve Teknikler	11
1.4.3.1.Air-abrazyon Tekniği	11
1.4.3.2.Air-polishing Tekniği	13
1.4.3.3.Ultrasonik Teknik	13
1.4.3.4.Sonoabrazyon	14
1.4.3.5.Lazer	15
1.4.3.6.Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma Yöntemi (FACE)	16
1.4.4.Kemomekanik Teknikler	17
1.4.4.1.Sodyum Hipoklorit Bazlı Kemomekanik Çürük Temizleme Ajanları	19
1.4.4.2.Enzim Bazlı Kemomekanik Çürük Temizleme Ajanları	25
1.5.Rezidüel Çürüğün Tespit Edilmesinde Kullanılan Yöntemler	37
1.5.1.Görsel ve Dokunsal Muayene	37
1.5.2.Çürük Tespit Boyaları	38
1.5.3.Lazer Floresans Yöntemi	39
1.6.Dentinin Kimyasal Yapısının İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler	40
1.6.1.Mikro Bilgisayarlı Tomografi Yöntemi (Mikro BT)	40

1.6.1.1.Dentin Mineral İçeriği ve Önemi	42
1.6.2.Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	43
1.6.2.1.SEM-EDX	44
1.7.Amaç	45
2.GEREÇ VE YÖNTEM	48
2.1.Kemomekanik Yöntem ile Çürük Temizlenen Grup	50
2.2.Atravmatik Restoratif Tedavi Yöntemi ile Çürük Temizlenen Grup	53
2.3.Geleneksel Yöntem ile Çürük Temizlenen Grup	54
2.4.Mikro-BT ile Çürük Temizleme Etkinliğinin Değerlendirilmesi	57
2.4.1.Örneklerin Taranması ve Rekonstrüksiyonu	58
2.4.2.Taranmış Örneklerin Dentin Mineral Yoğunluğu Ölçümleri ile Çürük Temizleme Etkinliğinin Değerlendirilmesi	60
2.5.SEM-EDX Değerlendirmesi	61
2.5.1.SEM-EDX Örneklerinin Hazırlanması ve Analizi	61
2.6.İstatistiksel Analiz	63
3.BULGULAR	64
3.1.Farklı Çürük Temizleme Yöntemleri ile Çürüğün Uzaklaştırılması İçin Geçen Sürelerin Karşılaştırılmasına Ait Bulgular	64
3.2.Çürük Temizliği Sonrası Dentin Yüzeyinden Mikro-BT Yöntemi ile Ölçülen Ortalama Dentin Mineral Yoğunluğu Değerlerine Ait Bulgular	65
3.3.SEM-EDX ile Yapılan Element Analizine Ait Bulgular	67
3.3.1.Çürük Temizliği Yapılan Gruplardaki Ağırlıkça Ortalama Ca, P, Mg, Na ve Ca/P Değerlerinin Karşılaştırılması	69
3.3.2.Çürük Temizliği Yapılan Gruplardaki SEM-EDX Analizinin Kavite Tabanı ve Sağlam Dentin Karşılaştırmasına Ait Bulgular	70
4.TARTIŞMA	73
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	90
ÖZET	92
SUMMARY	94
KAYNAKLAR	96
EKLER	111
Ek-1 Etik Kurul Kararı	111
Ek-2 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	112
Ek-3 Bilgilendirilmiş Gönüllü Çocuk Onam Formu	114
ÖZGEÇMİŞ	115

ÖNSÖZ

Tez çalışmam ve uzmanlık eğitimim boyunca desteğini, fikirlerini, güler yüzünü ve anlayışını benden esirgemeyen, pozitif yaklaşımıyla beni cesaretlendiren, sonsuz sabrıyla hep yanımda olan çok değerli danışman hocam sayın Prof.Dr.Levent ÖZER’e,

Uzmanlık eğitimim boyunca hem mesleki hem hayata dair bilgilerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen, her zaman arkamda desteğini hissettiğim sayın Prof.Dr.Nurhan ÖZALP’e,

Akademik hayatımda bilimsel tecrübelerinden faydalanmaktan gurur duyduğum, eğitimimde çok emeği olan Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı’nın tüm saygıdeğer öğretim üyelerine,

Birlikte çalışmaktan ve öğrenmekten çok keyif aldığım, uzmanlık sürem boyunca acı tatlı pek çok anı biriktirdiğim Dt.Keriman ATEŞ, Dr.Dt.Emine AKYILDIZ, Uzm.Dt.Merve KURUN, Dt.Şule Nur YILDIRIM başta olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Bugünlere gelebilmemde en büyük emeğin sahibi, benim için tüm fedakarlık ve özveriye gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen AYGÜL aileme; kızları olduğum için çok şanslı ve mutlu hissettiğim, beni her zaman şımartan GÖKÇE aileme,

Sevgisi, koşulsuz desteği ve anlayışıyla beni hiç yalnız bırakmayan, her konuda güvendiğim, varlığına sonsuz şükür duyduğum, en yakın arkadaşım ve biricik eşim Kemal Furkan GÖKÇE’ye

Tüm kalbimle teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALARI

°	Derece
%	Yüzde
<	Küçüktür
=	Eşittir
>	Büyüktür
±	Artı- Eksi
µm	Mikrometre
Al	Aluminyum
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
CO ₂	Karbon Dioksit
dk	Dakika
EDX	Energy Dispersive X-Ray
Er:YAG	Erbium: Yttrium, Aluminyum, Garnet
Er, Cr: YSGG	Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet
F	Flor
g/cm ³	Gram/Santimetreküp
IU	International Unit
kHz	Kilohertz
kvp	Kilovolt doruğu

M	Molarite
ma	Mikroamper
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	milimetre
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
NaOH	Sodyum Hidroksit
Nd: YAG	Neodymium: YAG
nm	Nanometre
NMAB	N-monokloro-DL-2 aminobütirik asit
NMG	N-monoklorglisin
P	Fosfor
pH	Power of Hydrogen
rpm	Revolutions Per Minute
Si	Silisyum
SS	Standart Sapma

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Kolajenin yapısı.....	2
Şekil 1.2. Dentindeki çürük lezyonunun histolojik ve klinik belirtilerin bir enine kesiti (Ritter ve ark., 2019)	4
Şekil 1.3. ART tekniğinde kullanılan el aletleri sırasıyla; ayna, sond, presel, mine keskisi, kaşık şekilli ekskavatör (Frencken ve ark., 1997).....	9
Şekil 1.4. a. GK-101/GK-101E uygulama sistemi. (R): Rezervuar, (CP): Isıtıcı Kontrol Paneli, (H): El Aleti ve (FC): Ayak Pedalı b. El aletin büyütülmüş görüntüsü. (A): Aplikatör uç, (B) Kovan, (C): Tüp bağlantısı (Schutzbank ve ark., 1978)	21
Şekil 1.5. Carisolv jel.....	22
Şekil 1.6. Carisolv el aletleri.....	24
Şekil 1.7. Papacarie Duo (F&A Laboratório Farmacêutico, São Paulo, Brezilya) (Matsumoto ve ark., 2013).....	29
Şekil 1.8. Carie-Care (Eco Dental Works) (Harsha S. Nalawade, 2019)	32
Şekil 1.9. BRIX-3000 jeli	36
Şekil 2.1. Çalışmamızda kullanılan bir süt molar dişe ait klinik fotoğraf ve periapikal radyograf	50
Şekil 2.2. Çalışmamızda kullanılan kemomekanik ajan BRIX-3000	50
Şekil 2.3. a. BRIX-3000 ile çürük temizliği yapılacak gruba dahil edilen süt ikinci molar dişin görüntüsü b. BRIX-3000 uygulanması c. BRIX-3000 ile çürüğü temizlenmiş süt ikinci molar dişin görüntüsü	52
Şekil 2.4. Çalışmamızda ART uygulanan grupta kullanılan ekskavatör	53
Şekil 2.5. a. ART yöntemi ile çürük temizliği yapılacak gruba dahil edilen süt birinci molar dişe ait görüntü b. ART yöntemi ile çürüğü temizlenmiş süt birinci molar dişe ait görüntü	53
Şekil 2.6. Çalışmamızda kullanılan düşük hızlı döner alet ve tungsten karbit frez. ..	54
Şekil 2.7. a. Geleneksel yöntem ile çürük temizliği yapılacak gruba dahil edilen süt ikinci molar dişin görüntüsü b. Geleneksel yöntem ile çürüğü temizlenmiş süt ikinci molar dişin görüntüsü.....	55
Şekil 2.8. Çalışmamızda kullanılan cam iyonomer siman	55

Şekil 2.9. Çalışmamızda kullanılan Mikro-BT cihazı	56
Şekil 2.10. 8 mm çaplı hidroksiapatit fantomları.....	58
Şekil 2.11. Kavite sınırlarından ROI seçimi. Taranmış bölge ROI seçim alanını ifade etmektedir ve oklar ile gösterilmiştir.	59
Şekil 2.12. Kavite tabanının okluzal yarımındaki kesitlerin şematik görüntüsü (a), kavite tabanının servikal yarımındaki kesitlerin şematik görüntüsü (b), tüm kesitlerin şematik görüntüsü (a+b).....	60
Şekil 2.13. SEM-EDX analizi için hazırlanmış örnekler	61
Şekil 2.14. SEM-EDX analizi yapılan bölgeler. Kavite tabanının en derin bölgesinden seçilen üç noktadan (yeşil noktalar) ve aynı dişlerin çürüksüz yüzeyindeki tek bir noktadan (kırmızı nokta) analiz yapılmıştır.	62
Şekil 3.1. Farklı yöntemlerle çürük temizliği yapılan gruplardaki okluzal, servikal ve tüm kesitlerdeki ortalama dentin mineral yoğunluklarının dağılımı.....	67
Şekil 3.2. BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarından rastgele seçilen birer örneğin SEM-EDX analizi sonucunu gösteren grafikler	68

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Caridex, Carisolv ve Papacarie'nin içeriklerinin karşılaştırılması	31
Çizelge 2.1. Çalışma grupları.....	48
Çizelge 2.2. Vital pulpalı süt dişlerinde çürük lezyonlarının derinliğine göre tedavi sınıflandırması (Schwendicke ve ark., 2016; Ricketts ve ark., 2018).....	49
Çizelge 2.3. Mount ve Hume Sınıflaması (Mount ve ark., 1997).....	49
Çizelge 2.4. ICCC'nin kavitelerde çürük uzaklaştırma için önerdiği yöntemler ve açıklamaları (Frencken, 2018)	51
Çizelge 2.5. Çalışmamızda kullanılan materyallere ait özellikler	56
Çizelge 3.1. Gruplar arasındaki çürük temizleme sürelerinin dağılımı ve tek yönlü ANOVA testi çizelgesi (Ort.: ortalama, Ss.: standart sapma).....	65
Çizelge 3.2. Çalışma gruplarında kavite tabanındaki tüm kesitlerden ölçülen ortalama dentin mineral yoğunluğu değerleri ve Kruskal Wallis-H Testi çizelgesi (Ort.: ortalama, Ss.: standart sapma).....	65
Çizelge 3.3 Okluzal, servikal ve tüm kesitlerdeki ortalama dentin mineral yoğunluğu değerlerinin gruplara göre dağılımı ve Kruskall Wallis H testi analizi çizelgesi (Ort.: ortalama, Ss.: standart sapma).....	66
Çizelge 3.4. Gruplar arasındaki %Ca, %P, %Mg, %Na değerlerinin ve Ca/P oranının dağılımı ve Kruskal Wallis-H Testi çizelgesi (Ort: ortalama, min.: minimum, maks.: maksimum, Ss.: standart sapma).....	69
Çizelge 3.5. BRIX-3000 grubunun kavite tabanı ve sağlam dentin alt gruplarının arasındaki %Ca, %P, %Mg ve %Na değerlerinin ve Ca/P oranlarının dağılımı ve Mann Whitney U Testi analizi çizelgesi (Ss.: standart sapma)	71
Çizelge 3.6. ART grubunun kavite tabanı ve sağlam dentin alt gruplarının arasındaki %Ca, %P, %Mg, %Na değerlerinin ve Ca/P oranının dağılımı ve Mann Whitney U Testi analizi çizelgesi (Ss.: standart sapma).....	71
Çizelge 3.7. Geleneksel yöntem grubunun kavite tabanı ve sağlam dentin alt gruplarının arasındaki %Ca, %P, %Mg, %Na değerlerinin ve Ca/P oranının dağılımı ve Mann Whitney U Testi analizi çizelgesi (Ss.: Standart sapma)	72

1. GİRİŞ

1.1. Diş Çürüğünün Tanımı ve Etiyolojisi

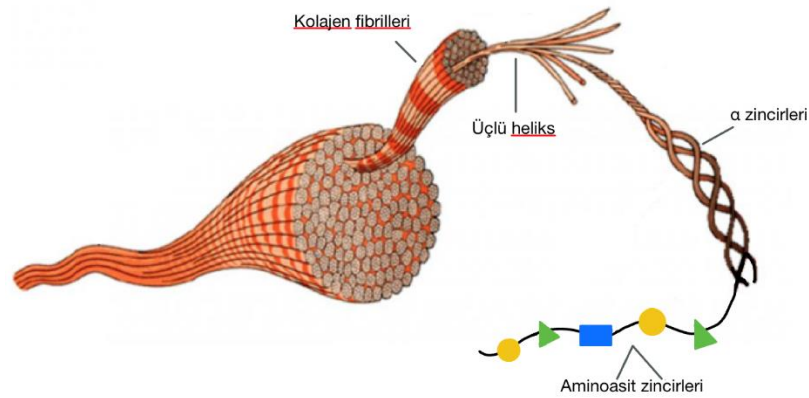
Diş çürüğü, plak içerisindeki mikroorganizmaların fermente olabilen karbonhidratları parçalayarak asit oluşturmaları ile başlayan, diş dokusu ile plak sıvısı arasındaki dengenin bozulması ile sonuçlanan, ileri seviyelerde dişin inorganik bileşenlerinin demineralizasyonunun ve organik bileşenlerinin enzimatik olaylar sonucu bozulmasının eşlik ettiği bir süreçle meydana gelir (Axelsson, 2000; Fejerskov O, 1994).

Diş çürüğü ağız sağlığını ve nihayetinde günlük yaşamı etkileyen yaygın, önlenabilir, ilerleyici ve kümülatif bir hastalıktır. Dünyada en yaygın gözlemlenen kronik hastalıklardan biridir. Etiyolojisinde birden fazla faktör rol oynamaktadır. Diş çürüğü gelişmiş ülkelerdeki çocukların %60-90'ını etkiler (Petersen ve ark., 2005).

Yıkıcı bir prosedür olan diş çürüğü, oral mikroorganizmalar ile rafine karbonhidratların metabolizma sürecinden kaynaklanmaktadır. Bireyin tükürük özellikleri ve diyet alışkanlıkları, flor alımı, plak pH'ı, sosyoekonomik durumu, oral hijyen alışkanlığı gibi pek çok faktör de çürük oluşumu üzerinde etkilidir (Fejerskov, 2003).

1.2. Dentin Tabakasındaki Diş Çürüğü

Dentin, bir dişin en büyük yapısal bileşenidir. Tübüler bir yapıda olan dentin hacimce %20-25 su, %30 organik, %40-45 inorganik materyalden meydana gelir (Goldberg ve ark., 2011). Ağırlıkça yaklaşık %70 inorganik yapı, %20 organik matriks ve %10 su içerir. Organik matriksin %18'i kolajen, %2'si kolajen olmayan proteoglikan, kondroidin sülfat ve fosforin içerikten meydana gelmektedir. Dentin kolajeni esas olarak tip 1 kolajendir ve prolin, glisin, hidroksiprolin ortak aminoasitlerdir. Polipeptit zincirler tropokolajen olarak bilinen üçlü heliksler oluşturmuştur. Bu tropokolajen birimleri birleşerek fibril formuna gelirler. Polipeptit zincirleri ve tropokolajen birimleri arasındaki kovalent çapraz bağlar oluşturulur ve bu bağlar kolajen fibrillerine stabilite sağlar (Şekil 1.1) (Beeley ve ark., 2000). Dentindeki çürük, karbonhidratların fermente olması ile açığa çıkan asitlerin en önemlilerinden olan asetik asit ve laktik asitin dentin yapısındaki kalsiyum ve fosfat iyonlarını çözmesiyle oluşur (Fejerskov, 2003).



Şekil 1.1. Kolajenin yapısı

Çürük ilerledikçe dentin tübüllerine asit ve bakteri penetrasyonu olur ve bunun sonucunda pH değeri düşer. Asit atakları arttıkça demineralizasyon başlar. Organik matriksin demineralizasyonu, kolajen ve diğer matriks bileşenleri özellikle bakteriyel proteaz ve diğer hidrolazların neden olduğu enzimatik bozulmaya daha duyarlı hale gelir (Ogushi ve ark., 1975). Kolajen yıkımı ile ilgili olarak lezyon içinde genellikle iki bölge klinik olarak ayırt edilebilir. Bunlardan birincisi keskin el aletleri ile kolaylıkla uzaklaştırılabilen, yumuşak ve sarı renkli bir tabaka olan enfekte dentindir. Bu tabakada asidürik ve çoğunlukla proteolitik bakteriler bulunmaktadır. Dentin dokusunun hem organik hem de inorganik yapısı geri dönüşümsüz olarak harap olmuştur (Frank, 1990). Bu nedenle bu tabaka remineralize olamamakta bu nedenle de restorasyon öncesi tamamen uzaklaştırılması gerekmektedir. Etkilenmiş dentin olarak tanımlanan ikinci tabaka enfekte dentinin altında yer alır. Genel olarak sert ve koyu renklidir. Bu tabakada yer yer demineralize alanlar gözlenirken dentinin organik yapısında geri dönüşümsüz bir yıkım mevcut değildir. Bu nedenle enfekte olmayan tabakada remineralizasyon sağlanabilmektedir. Dişin restorasyonunda bu tabaka korunarak gereksiz madde kaybının önüne geçilmiş olur (Bjørndal ve ark., 2001).

2015 yılında International Caries Consensus Collaboration (ICCC) tarafından düzenlenen 12 farklı ülkeden 21 karyoloğun katıldığı uzlaşma toplantısında bu sınıflamada çeşitli değişiklikler yapılmıştır (Şekil 1.2). Orta ve ileri derecede çürük lezyonlarında üç farklı dentin bölgesi tanımlanmıştır:



Şekil 1.2. Dentindeki çürük lezyonunun histolojik ve klinik belirtilerin bir enine kesiti (Ritter ve ark., 2019)

Yumuşak dentin (önceden enfekte olmuş dentin): Bakteriyel kontaminasyon ile karakterizedir. Düşük mineral içeriği vardır, denatüre olmuş kolajen içerir, dişin dış yüzeyine yakın bulunmaktadır ve geri dönüşümsüzdür. Histolojik olarak bu bölge nekrotik ve kontamine olarak adlandırılabilir. Yumuşak dentin tipik olarak kendi kendini onaramazken sıkı dentine yakın olan kısmı yüzeysel bakteri istilası ile karakterize edilir ve iyi bir restoratif müdahale ile çürük süreci durdurulabilir. Klinik olarak yumuşak dentinin yapısı bozuktur ve ekskavasyon ile ya da döner aletlerle kolayca uzaklaştırılabilir (Ritter ve ark., 2019).

Sıkı Dentin (önceden etkilenmiş dentin): Aynı zamanda iç çürük dentin olarak da adlandırılan sıkı (etkilenmiş) dentin, esas olarak, intertübüler dentinin demineralizasyonu ve çürük lezyonunun ilerleyen ön kısmında intratübüler iç kristallerin oluşumu ile karakterize edilir. Tübül lümeni minerallerle dolduğunda ışık mikroskopunda görülen kesitte “şeffaf” bir görünüm verecektir. Histolojik olarak bu bölge demineralize olarak adlandırılabilir. Çürük demineralizasyon süreci nedeniyle, sıkı dentin, sert ve normal olan dentinden daha yumuşaktır. Organik asitler dentinin mineral ve organik içeriklerine saldırırsa da kolajen çapraz bağlanması bu bölgede

bozulmadan kalır ve intertübüler dentinin remineralizasyonu için bir şablon görevi görebilir. Bu nedenle, pulpanın vitalitesini korumak amacıyla sıkı dentin yeniden mineralize olabilir. Klinik olarak sıkı dentin, ekskavasyona fiziksel olarak dirençlidir ve uzaklaştırılması için basınç uygulanması gerekir. Yumuşak ve sıkı dentin arasındaki geçiş, özellikle yavaş ilerleyen lezyonlarda köselemsi bir dokuya sahip olabilir ve leathery dentin (köselemsi dentin) olarak adlandırılır. Klinik olarak, köselemsi dentin ekskavator ile içine doğru bastırıldığında deforme olmayan ancak fazla kuvvet uygulanmadan çıkarılabilen dentindir (Ritter ve ark., 2019).

Sert Dentin: Sert dentin, çürük lezyonunun henüz pulpaya ulaşmadığı varsayıldığında lezyonunun en derin bölgesini temsil eder. Tersiyer dentin, sklerotik dentin ve normal (veya sağlam) dentini içerebilir. Klinik olarak bu dentin serttir, künt bir el aleti ile kolayca delinemez ve sadece bir frez veya keskin bir aletle çıkarılabilir (Ritter ve ark., 2019).

Dentin çürüğünün bu tabakaları yavaş ilerleyen lezyonlarda kolayca ayırt edilir. Hızlı ilerleyen çürük lezyonlarında ise tabaklar arasındaki fark daha az belirgin hale gelir.

1.3. Çürük Temizliğinin Tarihçesi

Maya ve diğer eski kültürlerin, dişlerde yuvarlak süs amaçlı boşluklar hazırlamak için ilkel “yaylı matkaplar” ve diğer cihazları kullandıklarına dair kanıtlar vardır. On dokuzuncu yüzyılda, uzun saplı parmaklarla döndürülen çelik frez başlı el matkapları kullanılıyordu. Bazı matkaplar, frez başları ve tutamaklar arasına esnek

saplar takılarak bükülebilir hale getirildi ve ağzın daha arka kısımlarına erişim sağlandı. Buna ek olarak birçok mekanik cihaz tanıtıldı. Özellikle 1838’de Lewis matkabı, Chevalier’in 1850’de kullandığı matkap ve 1858’deki Merry’nin matkap ucu bunlardan bazılarıdır. 1871’de Morrison ayak pedallı diş motorunu tanıtmıştır (Schulein, 2005).

Bir dizi gelişme, yüksek hızlı döner aletlerin kullanılmasına yol açmıştır. 1948’de tasarlanan Norlen’in “Dentalair” i, Walsh’un 1949’daki hava türbini el aleti, Nelsen’in su türbini el aleti (1952) ve Page’in 1955’teki kayışla çalışan yüksek hızlı cihazı gibi birçok buluş dikkate değerdir. Bununla birlikte 1957’de neredeyse bir gecede diş hekimliği pratiğinde devrim yaratan bir cihaz piyasaya sürüldü. John Borden, havayla çalışan ve 200.000 rpm’ye varan dönüş hızlarına izin veren Airotor ‘u tanıttı. Havayla çalışan tüm yüksek hızlı başlıkların gelişmesi bu tasarımdan kaynaklanmaktadır (Schulein, 2005).

1.4. Çürük Temizleme Yöntemleri

1.4.1. Dental El Aletleri

1815’te Derabarre sadece çürüğü temizlemek için bir burin (ekskavatör olarak kullanılan ilk alet) kullanımını savunmuş böylece diş minesini sağlam bırakmıştır. Birkaç yıl sonra, 1826’da Koeckeri çürüğün tamamen temizlenmesinin gerekli olduğunu fark etmiş ve mine keskisi ortaya çıkmıştır. Çürüğün temizlenmesi ve kaviterlerin doldurulması için günümüze kadar farklı tipte el aletleri geliştirilmiştir (Yip ve ark., 1998).

Diş çürüğünün el aletleriyle ve anestezi gerektirmeden temizlenebilmesinin diş hekimliğinde önemli bir gelişme olduğu düşünülmektedir. Ancak el aletlerinin kullanılması hekimin fiziksel olarak kuvvet uygulamasını gerektirmektedir. Anestezi yapılmadığı için hastanın ağrı duymasını önlemek amacıyla dikkatli çalışma gerektirmektedir. Geleneksel olarak döner aletlerle çürük dokusunun uzaklaştırılması yöntemine göre daha çok zaman gerektirmesi dezavantajları arasında sayılabilir (Celiberti ve ark., 2006). Derin dentin çürüklerinde keskin ekskavatörlerin kullanılması pulpanın açığa çıkma riskini artırır. Ekskavatörler, çürük dokuyu frezlere göre daha hassas dokunma duyusu hissi ile uzaklaştırmayı sağlamaktadır (Banerjee ve ark., 2000a).

1.4.1.1. Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)

Atravmatik restoratif tedavi (ART), hem diş çürüklerini önlemek hem de ilerlemesini durdurmak için 1980'lerde geliştirilmiş minimal invaziv bir yaklaşımdır (Frencken ve ark., 1997). ART çürüğe yatkın pit ve fissürlerin örtülmesi (ART sealent) ve kavitasyon oluşmuş dentin çürüğü lezyonlarının restorasyonunu içeren iki bileşenden oluşur (Frencken ve ark., 2014). ART sealent prosedürü, yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın parmak basıncı ile pit ve fissürlere uygulanmasını, ART restorasyon ise el aletleri ile demineralize çürük dokusunun tamamen kaldırılmasıyla oluşan kavitenin, adeziv bir dental materyalle restorasyonunu içerir. Günümüzde ART tekniğinde restoratif materyal olarak cam iyonomer siman kullanılmaktadır.

ART başlangıçta hem gelişmekte olan ülkelerde hem de elektrik, su ve finans gibi kaynakların kısıtlı olduğu dezavantajlı topluluklarda her yaştan insanın çürük dişlerini koruma amacıyla geliştirilmiştir (Holmgren ve ark., 2013).

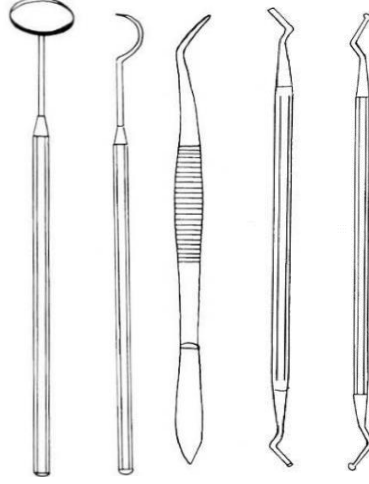
ART endikasyonları:

- Daha önce diş hekimi ile karşılaşmamış küçük çocuklara diş tedavisinin tanıtılması
- Korku veya anksiyete sebebiyle dental yaklaşımda zorlanılan hastalar
- Mental ve/veya fiziksel engeli bulunan hastalar
- Evde bakıma muhtaç olan hastalar
- Çürük riski yüksek bireylerde geçiş tedavisi olarak (Pilot, 1999)

ART kontrendikasyonları:

- Klinik ve radyolojik olarak pulpanın açık olduğu dişler
- İlgili dişte abse, fistül veya mobilite varlığı
- Akut diş ağrısı ve enfeksiyonu olan dişler
- El aletleri ile ulaşılamayan kaviteasyon gözlenen çürük lezyonları

ART uygulanırken kullanırken kullanılan aletler ayna, sond, presel, mine keskisi, küçük ve orta boy ekskavatörler ($\varnothing=1.0$ mm, $\varnothing=1,5$ mm) (Şekil 1.3) ve restorasyon işlemi için siman spatülü, ağız spatülü ve siman fulvarıdır. Kullanılan diğer araç ve gereçler pamuk rulo ve pelet, eldiven, siman camı ve spatülü, cam iyonomer siman, dentin dezenfektanları, vazelin, kama, arayüz bantları ve temiz sudur.



Şekil 1.3. ART tekniğinde kullanılan el aletleri sırasıyla; ayna, sond, presel, mine keskisi, kaşık şekilli ekskavatör (Frencken ve ark., 1997)

ART uygulaması sırasında izlenen esas adımlar şöyledir;

- ART ekipmanlarının hazırlanması
- Operasyon alanının pamuk rulolar ile izolasyonu
- Tedavi edilecek dişin ıslak pamuk peletler ile temizlenmesi
- Çürük lezyonuna doğrudan ulaşım için mine keskisi ile minenin kaldırılması
- Kavitenin temizlenmesi
- Kaviteye ve kaviteye komşu pit ve fissürlere dentin conditioner uygulanması
- Cam iyonomer siman hazırlanması ve parmak basıncı ile kaviteye yerleştirilmesi
- ART restorasyonunun bitirilmesi (Holmgren ve ark., 2013).

ART tekniğinin bazı kısıtlılıkları vardır. Küçük çürüklerde lezyona ulaşım zorluğu yaşanabilmesi, el aletlerinin kullanımından dolayı klinisyenin el ve bilek yorgunluğu yaşayıp kavitede çürük bırakma ihtimalinin artması bunlardan bazılarıdır (Çınar, 2005). Toz ve likit formda cam iyonomer siman hazırlanması standart olmayan bir karışım üretme ihtimalini artırmaktadır (Frencken ve ark., 1998).

Kliniğimizde yapılan ART tekniği ile geleneksel döner alet ile çürük temizleme yönteminin karşılaştırıldığı tez çalışmasında süt molar dişlerde 12.ay takiplerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır (Bayhan, 2018). Bir diğer tez çalışmasında, ART tekniği ve döner aletlerin çürük temizleme etkinliği in vitro koşullarda dijital görüntüleme yöntemi kullanılarak ve kavite tabanlarının mikrosertlik değerleri incelenerek karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir; çürük uzaklaştırmada ART tekniğinin en az geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemi kadar etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kayıkçı, 2015).

Ahmed ve ark. (2012) ART tekniği ile kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmada süt dişleri üzerinde mikrotomografi tekniğini kullanarak kaldırılan sağlıklı dentinin hacmini hesaplamışlardır. Sonuçta kemomekanik yöntemle çürük kaldırmada geleneksel ART yöntemine göre daha az hacimde sağlıklı dentinin uzaklaştırıldığını tespit etmişlerdir.

1.4.2. Dental Mekanik Döner Aletler ve Frezler

Döner enstrümanların ve dental frezlerin kullanımıyla yapılan çürük uzaklaştırma yöntemi geliştirilmiş olan ilk mekanik yöntemdir (Yip ve ark., 1998). Mekanik döner aletler ile çürük dokusunun kısa sürede etkili bir şekilde temizlenmesine rağmen bu yöntemin bazı dezavantajları vardır. Objektif bir değerlendirme kriteri bulunmaması nedeniyle preparasyon sırasında uzaklaştırılması gereken dentin miktarının belirlenmesi güçleşmektedir. Mekanik preparasyonun sıklıkla rahatsızlık hissi ve ağrı oluşturmaları nedeniyle genellikle lokal anesteziye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca preparasyon süresi, kavite derinliği, basınç, ısı, hız gibi faktörler de pulpanın vitalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Fusayama, 1988).

Geleneksel yöntemle çürüğün uzaklaştırılarak kavite hazırlanması sırasında çürük lezyonuna girişi sağlamak amacıyla minede yüksek hızda döner aletler kullanılmaktadır. Kaviteilerin açılmasında yüksek hızlı döner aletlerin kullanımının dokunma hissinde azalma, operasyon alanında ısı artışı ve vibrasyon gibi dezavantajları vardır (Banerjee ve ark., 2000a). Su soğutmalı sistemler kullanılarak ısının yaratacağı zararların engellenmesi amaçlanmaktadır. Düşük hızda dönen enstrümanlar çürük dokusunun uzaklaştırılmasında, dişlerin temizlenmesinde ve restorasyonların bitim ve polisaj işlemlerinde kullanılmaktadır. Bu enstrümanlar ile çalışılan bölgelerden dokunma hissi alınabilmektedir ve kullanımları sırasında diş yüzeylerinin aşırı derecede ısınması gibi problemlere rastlanılmamaktadır (Peyton, 1955).

Döner aletlerin dentin çürüğü temizliğinde kullanımı sırasında yüzeyde birçok küçük çatlak meydana gelmektedir. Restoratif materyallerin altında kuvvetleri karşılayabilecek sağlam bir temel olması gerektiğinden bu çatlakların varlığı kritiktir (Franzen ve ark., 2016). Dentine basınç uygulandığında tübüllerden az miktarda sıvı uzaklaştırılır. Döner aletlerin kullanımı, sıvının dentinden buharlaşmasını artıran sürtünme ısısı üretir ve bu da post operatif hassasiyete neden olabilmektedir (Tao ve ark., 2017).

1.4.3. Mekanik Döner Olmayan Aletler ve Teknikler

1.4.3.1. Air-abrazyon Tekniği

İlk olarak Dr.Black tarafından 1945'te tanımlanan air-abrazyon sisteminde yüksek ivmeli hava basıncı tarafından hareketlendirilen, keskin odağa sahip çok küçük alüminyum oksit (A_2O_3) partiküllerinin kinetik enerjisiyle diş sert dokularının

uzaklaştırılması sağlanmaktadır (Black, 1945). Toksik olmayan, stabil ve ucuz olan bu materyal air-abrazyonla birlikte kullanılan en ideal abrazyon olarak belirtilmiştir (Laurell ve ark., 1995). Air-abrazyon tekniği minimal kavite hazırlanmasında, koruyucu rezin restorasyonlar veya fissür örtücü yerleştirilmesinde, kron hazırlanmasında, dişlerdeki lekelenmelerin ve diş taşlarının uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır (Epstein, 1951).

Avantajları:

- Isı artışı, basınç ve vibrasyon yoktur.
- Derin olmayan kavitelere anestezi ihtiyacını azaltmaktadır.
- Air abrazyon kullanımı ile sağlam doku korunmaktadır.
- Air abrazyon dişte daha az hasar yaratmakta ve kırık riskini azaltmaktadır.
- Geleneksel çürük temizleme yöntemine göre daha uzun sürmesine rağmen yöntem oldukça basittir.

Dezavantajları:

- Mekanik özellikleri yüksek eski dolguların uzaklaştırılmasında ve büyük çürüklerin temizlenmesinde yetersiz kalmaktadır.
- Tamamen ağrısız bir yöntem değildir. Hava ve abrazyon partikülleri hassasiyete neden olabilirler.
- Kavite duvarlarını ve marjinlerini şekillendirmekte yetersizdir.
- Alüminyum oksit partikülleri sağlam mine-dentin dokusunu etkili şekilde aşındırırken yumuşak çürüklerde başarısızdır (Nadanovsky ve ark., 2001).
- Özellikle çocuklarda partiküllerin inhalasyonu sonucunda amfizem ve kronik granülatoz reaksiyonlar oluşabilmektedir.
- Air-abrazyon enstrümanının kullanımı sırasında dokunma hissi rehberliğinin alınamaması kontrollü çalışmayı zorlaştırmaktadır. Operatörün bu aletin kullanımında deneyimli olması gerekmektedir, yoksa sağlıklı mine ve dentin dokusuna zarar verilebilir (Goldstein ve ark., 1994).

Çocuk diş hekimliğinde, abraziv partiküllerin yutulması riski söz konusu olduğundan kullanımının kısıtlı olduğu görülmektedir. Emme gücü yüksek tükürük emiciler ve rubber dam ile kullanıldığında daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Horiguchi ve ark., 1998).

1.4.3.2. Air-polishing Tekniği

Air-polishing tekniği basınçlı hava ile püskürtülen sodyum bikarbonattan oluşan aşındırıcı tozların, yoğun su spreyi ile karışması prensibine dayanmaktadır (Banerjee ve ark., 2000b). Abraziv materyal suda çözünmekte ve işlem alanına direkt uygulanabilmektedir. Aletin diştten uzaklığının 4-5 mm olması gerekmektedir. Partiküller sert diş doku yüzeyine uygulandığında mekanik abrazyon olur ve yüzey birikintileri uzaklaştırılır. Genellikle mine yüzeyindeki lekeleri uzaklaştırmak, plak ve diş taşını kaldırmak amacıyla kullanılabileceği bildirilmiştir (Yip ve ark., 1998). Air polishing yöntemi sağlıklı diş dokusuna zarar vermeden çürüğün uzaklaştırılmasına olanak sağlar. Bununla birlikte selektif olmayan aşındırıcı, sağlam dentin, mine ve restorasyon yüzeylerine zarar verebilir. Aşırı derecede kullanımı ise sağlıklı diş dokusundan özellikle servikal marjınlerde önemli bir miktarda kaldırılması ile sonuçlanabilir (Lubow ve ark., 1986). Bu dezavantajlarından dolayı; kavite preparasyonlarının son aşaması olan dentinden çürük uzaklaştırması sırasında kullanılması önerilmektedir (Boyde, 1984).

1.4.3.3. Ultrasonik Teknik

Ultrasonik cihazların, 1950 yılında diş sert dokularında da kullanılabileceği bildirilmiştir (Nielsen ve ark., 1955). Bu dönemde 25 kHz sıklıkla titreşen bir cihaz geliştirilmiştir. Cihaz, alüminyum oksit ve suyun karıştırılarak kullanılmasını gerektirmektedir. Diş sert dokularının uzaklaştırılması; kesici uçların yüksek hızla

titreştiği sırada, su moleküllerinin kinetik enerjisi yoluyla abrazyinin diş yüzeylerine taşınması ile gerçekleştirilmektedir (Banerjee ve ark., 2000a). Ultrasonik cihazlarla diş sert dokularının kolaylıkla uzaklaştırılabil-diği fakat yumuşak çürük dentinin uzaklaştıramadığı görülmüştür. Kesilecek dokunun sertliği arttıkça kesme işleminin de kolaylaştığı görülmüştür. Bu tekniğin anterior ve posterior dişlerin aproksimalinde görülen küçük kavite preparasyonlarında kullanılması avantajlı olduğu bildirilmiştir (Lubow ve ark., 1986).

Ultrasonik cihazların diş sert dokularını uzaklaştırmada kullanımının ses, titreşim, ısı ve basınç artışı gibi sorunları azalttığı ya da ortadan kaldırdığı bildirilmektedir. Ancak döner aletlere benzer şekilde pulpa dokusunu etkilediği ifade edilmiştir. Diğer dezavantajları ise kullanılan aletin aşındırıcı pomzaya bağlı olarak görüş alanını zayıflatması, bakım problemleri ve alet uçlarının kullanımının sınırlı olmasıdır (Oman ve ark., 1955).

1.4.3.4. Sonoabrazyon

Yüksek frekanslı ‘sonic air-scaler’ların modifiye abrazyin uçlarla bir arada kullanıldığı özel bir yöntemdir. Elmas kaplı sonik uçlar sayesinde minimal invaziv kavitelerin hazırlanmasında kullanılır (Decup ve ark., 2014).

Banerjee ve arkadaşları, sono-abrazyin metotla yetersiz kavite preparasyonu yapıldığını bildirmişlerdir (Banerjee ve ark., 2000b). Elmas kaplı ucun yaptığı titreşim hareketinin, çürük dentin yüzeyi üzerinde sıkıştırma etkisine yol açtığını ve böylelikle kavite yüzey sertliğinde artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu yüzden kalan   r ğu kontrol ederken dentin sertliğini rehber alan operatöre yanlış bir izlenim verdiğini

bildirmişlerdir. Sonoabrazyon sistemlerin, yetersiz aşındırma yapmaları ve doğrusal titreşim hareketi nedeniyle uygulama alanlarının sınırlı olmaları gibi dezavantajları bulunmaktadır (Yazici ve ark., 2002). Ayrıca, minenin uzaklaştırılmasında ve kavite duvarlarının düzeltilmesinde aerator kullanımını gerektirmektedir.

1.4.3.5. Lazer

“Laser” terimi İngilizce "Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation" tanımının baş harflerinden oluşmaktadır ve ilk kez 1959'da Columbia Üniversitesi yüksek lisans öğrencisi Gordon Gould tarafından yazılan bir makalede halka tanıtılmıştır (Gross ve ark., 2007). Diş hekimliğinde en sık; Karbon Dioksit (CO₂), Erbium: Yttrium, Alüminyum, Garnet (Er:YAG), Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet (Er, Cr: YSGG), Neodymium: YAG (Nd: YAG) ve Diyet lazerler kullanılmaktadır.

Fatima tarafından yapılan çocuk diş hekimliğinde lazer kullanım alanları şu şekildedir:

Sert doku uygulamaları:

- Lazer floresans ile çürük tespiti
- Mine ve dentin çürüklerinin önlenmesi
- Kavite preparasyonu ve çürük temizliği
- Pit ve fissür örtücü uygulamaları
- Işıklı aktive olan rezinlerin polimerizasyonu
- Vital ve devital dişlerin beyazlatılması
- Eski restorasyonların uzaklaştırılması
- Ortodontik diş hareketi
- Ağrı giderme

Yumuşak doku uygulamaları:

Gömülü dişlerin sürme yolunun açılması

Frenektomi

Ankiloglossi tedavisi

Aftöz ülser tedavisi

Herpes labialis ve lökoplaki lezyonlarının tedavisi

Dentigeröz kist ve mukosel tedavisi

Gingivektomi

Pediyatrik endodontik işlemler (Fatima, 2015).

Genovese ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada lazer kullanımının döner alet kullanım gereksinimini ortadan kaldırması, anestezi gerektirmemesi, ağrısız, konforlu ve güvenli bir yöntem olmasından dolayı çocuk diş hekimliğinde tercih edilebilecek bir yöntem olduğu belirtilmektedir.

1.4.3.6. Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma Yöntemi (FACE)

Hymans isimli araştırmacı 1920 yılında ilk kez diş çürüğünün, dental plağın ve diş taşının kırmızı floresans (bazı cisimlerin ışık ve röntgen ışınlarına maruz kaldıklarında çeşitli renkte ışıklar yayma özelliği) gösterdiğini bildirmiştir (Zhang ve ark., 2013). Çürüğün ve dental plağın olduğu bölgede oral mikroorganizmaların metabolizmalarının yan ürünü olan porfirinler nedeniyle turuncu-kırmızı renkte floresans görülmektedir (König K, 1998). Bu sayede selektif çürük temizliğinin yapılabileceği belirtilmiştir ve bu yöntem FACE (Fluorescence Aided Caries Excavation) olarak adlandırılmıştır. Bu yöntemde, içerisinde floresan ışık kaynağı bulunan bir mikromotor ile filtre sisteminden oluşan bir ekipman kullanılmaktadır. Çürük dentine mavi-mor ışık yansıtıldığında floresans gözle görülebilir hale gelmektedir. Böylelikle çürük dokudan yayılan otofloresans sinyaller ile enfekte dentin tabakası kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Lennon ve ark., 2006). Dişten

yansıyan floresans, hekimin kullandığı sarı cam fiber gözlük sayesinde ek bir donanıma ihtiyaç duyulmaksızın görülebilmektedir. Bununla birlikte bu yöntemin sadece enfekte dentine karşı duyarlı olduğu ve bu alanların turuncu-kırmızı bir renk aldığı bildirilmiştir (Buchalla ve ark., 2004).

Peskersoy ve ark.'nın süt dişlerinde FACE yönteminin etkinliğini çürük tespit boyası ile karşılaştırdıkları çalışmalarında; FACE yönteminde rezidüel çürüğün daha az miktarda olduğu, klinik olarak daha kabul edilebilir ve kolay bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Peskersoy ve ark., 2015).

FACE metodu insan gözünün yeteneklerine bağlıdır ve bazen dentin içine giren bakteriler ve çok az miktardaki floresans teşhis edilememektedir. Araştırmacılar rezidüel çürük teşhisinde bu yöntem için daha ileri çalışmalar yapılması gerektiğini fakat şimdiye kadar elde edilen sonuçların ümit verici olduğunu bildirilmişlerdir (Lennon ve ark., 2002).

1.4.4. Kemomekanik Teknikler

Kemomekanik çürük temizliğinin dayandığı ilke, Goldman ve Kronman'ın 1970'lerde ABD'nin New Jersey eyaletinde yaptıkları çalışmalara dayanmaktadır (Beeley ve ark., 2000). Araştırmacılar spesifik olmayan bir proteolitik ajan olan sodyum hipokloritin, dentinden çürük uzaklaştırması üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sodyum hipokloritin sağlıklı doku üzerinde kullanımının çok koroziv olduğunu ve bu nedenle, bu sorunu en aza indirmek için onu Sorensen'in tamponuna (glisin, sodyum klorür ve sodyum hidroksit) dahil etmenin gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Jain ve ark., 2015). Böylece çürük dentinin uzaklaştırılmasında salin

ile yapılan plaseboya göre daha etkili olan bir ürünle sonuçlanan bir reaksiyon meydana gelmiş ve bu ürün GK-101 olarak adlandırılmıştır.

Kemomekanik çürük temizleme yöntemi enfekte dentinin kemomekanik ajanla kimyasal olarak yumuşatıldığı ve ekskavatörle nazikçe uzaklaştırıldığı non-invaziv bir tekniktir. Kimyasal solüsyon, üçlü heliksteki polipeptid zincirlerini ve/veya çapraz bağları ayırabilmeli, böylece yapısı kısmen bozulmuş kolajende ayrılmaya neden olabilmelidir (Beeley ve ark., 2000). Çürük temizlerken esas amaç sadece enfekte dentinin uzaklaştırılması, etkilenmiş dentinin bırakılması ve etkilenmiş dentin tabakasının remineralize olmasına izin verilmesidir. Bu işlem sadece enfekte dokuyu uzaklaştırmakla kalmaz aynı zamanda pulpa irritasyonundan kaçınarak sağlıklı diş dokusunu korur. Bu yöntem mekanik çürük temizlemeye etkili bir alternatiftir ve çocuk diş hekimliğinde şimdiye kadar sahip olunan en uygun yöntemdir (Goldman ve ark., 1976).

Kemomekanik teknikle hazırlanan kavitelerin restorasyonunda amalgam gibi kaviteye mekanik tutunan materyaller yerine kompozit veya cam iyonomer gibi dentin yüzeyine bağlanan materyaller kullanılmaktadır (Corrêa ve ark., 2007; Motta ve ark., 2009). Kemomekanik çürük temizleme tekniğinde smear tabakası oluşmaz bu yüzden de modern adeziv restoratif materyaller için ideal bir ortam sağlanmış olur (Jain ve ark., 2015).

Kemomekanik çürük temizleme yönteminin bildirilmesinden bu yana oldukça zaman geçmiştir ve yöntemi geliştirmek için çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Yeni ajanların ortaya çıkması nedeniyle, kemomekanik çürük temizleyici ajanlar artık sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzim bazlı ajanlar olarak sınıflandırılmaktadır (Hamama ve ark., 2014).

1.4.4.1. Sodyum Hipoklorit Bazlı Kemomekanik Çürük Temizleme Ajanları

1.4.4.1.1. GK-101

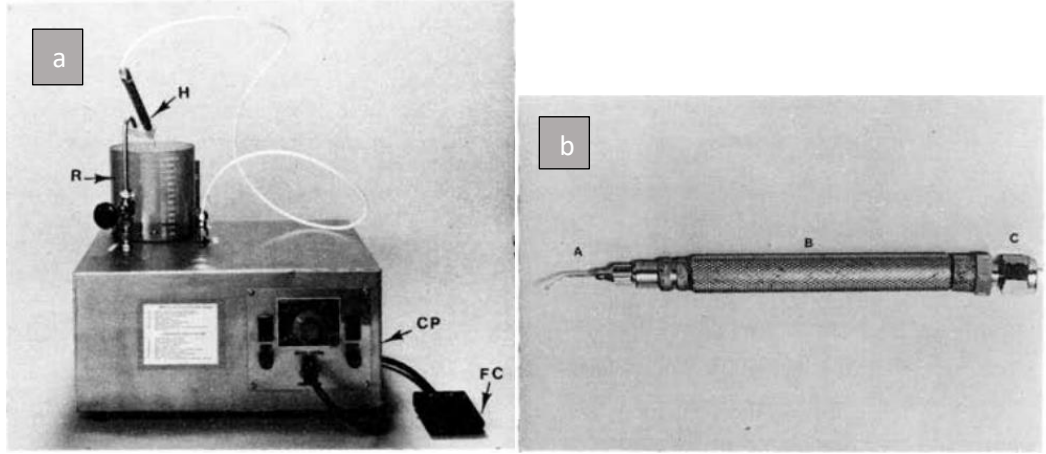
Goldman ve arkadaşlarının sodyum hipoklorite Sorensen'in tamponunu eklemesiyle meydana gelen ürün glisin klorinlenmiş formu olan N-monoklorglisin ve pH'ı 11.4'tür. Saflaştırılmış kolajen N-monoklorglisin (NMG) ile reaksiyona sokulmuş ve kolajenin klorlandığı ve sonuçta N-kloroprotein birleşimleri oluştuğu görülmüştür. Kolajenin yapısındaki en önemli aminoasit olan hidroksiprolin bu reaksiyon sonucunda pirol-2-karboksilik asite dönüşmüştür (Goldman ve ark., 1976). Çürük dentinin yapısını oluşturan en büyük birim kolajen olduğundan oluşan bu reaksiyon sonucunda yalnızca enfekte dentin tabakasının kaldırılması sağlanmaktadır. Etkilenmiş dentin tabakası ise zarar görmemektedir. Böylece çürüğün mekanik olarak uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır. 1972 yılında kemomekanik çürük temizleme ajanı olarak ilk defa piyasaya sürülen bu ürün GK-101 olarak bilinmektedir (Goldman ve ark., 1976; Maragakis ve ark., 2001).

GK-101 %0.05 oranında sodyum hipoklorit içermektedir. Yapısında ayrıca glisin, sodyum hidroksit ve sodyum klorür bulunmaktadır. GK-101'in çürük temizleme etkinliği için kaviteye doğrudan erişimi gerekmektedir. Erişim iyi değilse geleneksel preparasyon yöntemlerinin kullanılması gerekli olmakta dolayısıyla işlem süresi uzamaktadır (Goldman ve ark., 1976). Bu dezavantajından dolayı sonraki yıllarda yeni materyaller geliştirilmeye başlanmıştır (Schutzbank ve ark., 1978).

1.4.4.1.2. GK-101E (Caridex™)

GK- 101'in dezavantajlarından kurtulmak için yapılan çalışmalar sonucunda NMG içerisindeki glisin, DL-2- aminobütirik asit ile yer değiştirmesi sonucu N-monokloro-DL-2 aminobütirik asit (NMAB) maddesi elde edilmiştir ve GK-101E olarak adlandırılmıştır (Schutzbank ve ark., 1978). NMAB, 1984 yılında Birleşmiş Milletler Sağlık Örgütü'nce kullanım uygunluğu kabul edildikten 1 yıl sonra Caridex™ (National Patent Medical Products Inc, USA) adı altında patent alarak piyasaya sürülmüştür. Caridex'in etki mekanizmasının başlarda kolajenin yapısındaki prolinin pirol-2-karboksilik aside dönüşmesi dolayısıyla kolajen klorizasyonu ve kolajen matriksin bozulması olduğu düşünülmüştür. Daha sonraki çalışmalarda glisin kalıntılarının oksidasyonunun da bu sürece dahil olduğu görülmüştür (Beeley ve ark., 2000).

Caridex, %1 sodyum hipoklorit içeren solüsyon I ve 0.10 M N-monokloro DL-2 amino bütirik asit, 0.10 M sodyum hidroksit, 0.10 M sodyum klorür ve 0.10 M glisin içeren solüsyon II'den meydana gelmektedir. Bu iki solüsyon kullanımdan hemen önce karıştırılır, bir saat boyunca stabil kalır ve pH'ı 11'dir (Schutzbank ve ark., 1978). Caridex uygulama sistemi bir rezervuar, bir ısıtıcı aparat ve bir pompa içerir (Şekil 1.4). Rezervuar, 37 ° C'de dakikada yaklaşık 50 ml solüsyonu atımlı bir akım şeklinde vermektedir. Isınan solüsyon el aletinden çıkarak kaviteye ulaşmaktadır (Schutzbank ve ark., 1978).



Şekil 1.4. a. GK-101/GK-101E uygulama sistemi. (R): Rezervuar, (CP): Isıtıcı Kontrol Paneli, (H): El Aleti ve (FC): Ayak Pedalı **b.** El aletinin büyütülmüş görüntüsü. (A): Aplikatör uç, (B) Kovan, (C): Tüp bağlantısı (Schutzbank ve ark., 1978)

Caridex sisteminin çürük uzaklaştırıcı etkisini arttırmak amacıyla N-monokloro-DL-2-aminobütirik asit solüsyonuna üre eklenmiştir. Üre, hidrojen bağlarını kopararak proteinleri denatüre etmektedir ve böylece daha kolay çözünmelerini sağlamaktadır. Yip ve ark. (1999) süt dişlerinde çürüğün uzaklaştırılmasında, süre ve çürük uzaklaştırma etkinliği bakımından NMAB, NMAB+üre ve salini karşılaştırarak NMAB+üre'nin daha etkin olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca SEM incelemesinde, NMAB ve NMAB+üre gruplarında dentin yüzeyinde bakteriye rastlamamışlardır.

Biyouyumluluk çalışmalarında NMAB'nin pulpa üzerinde yan etkisi olmadığı gösterilmiştir (Wedenberg ve ark., 1990). İnterproksimal alanda bulunan çürük lezyonuna ulaşmak için mekanik döner alet kullanımının gerekmesi, prosedürün uzun sürmesi (10-15 dk.), uygulama esnasında fazla miktarda solüsyon (200-500 ml) kullanılması, raf ömrünün kısa olması gibi dezavantajları vardır (Beeley ve ark., 2000). Bu nedenle 1990'ların başında piyasadan çekilmiştir (Kisbet ve ark., 2012).

1.4.4.1.3. Carisolv

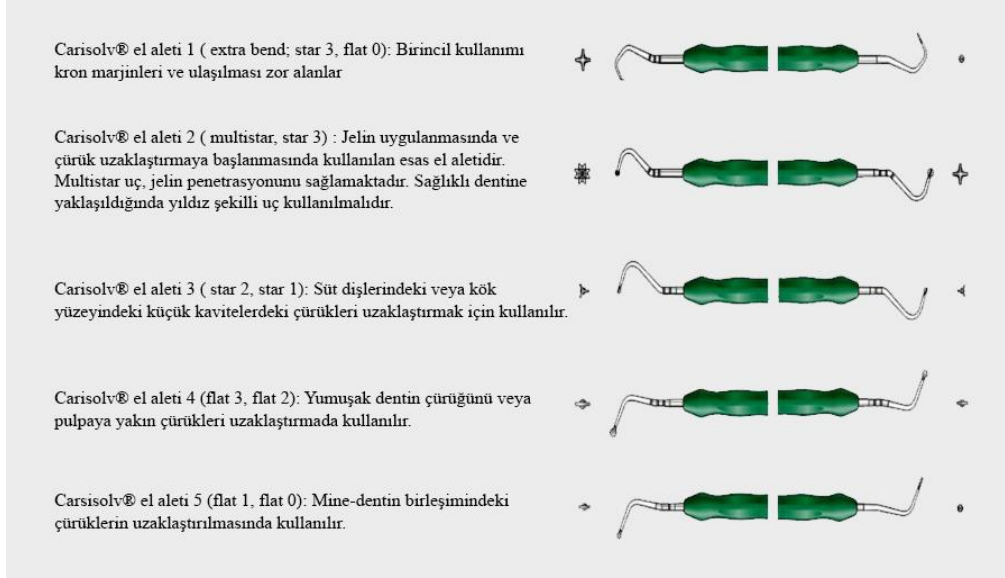
Carisolv jeli MediTeam firması tarafından 1998 yılında piyasaya sürülmüştür ve iki bileşenli bir karışımdır (Dhaval, 2011). Bileşenlerin birinde 0.1 M glutamik asit, lösin ve lizin aminoasitleri, alkalen pH sağlamak için sodyum hidroksit, taşıyıcı amaçlı sodyum klorit ve salin solüsyonu, renk verme amaçlı eritrosin, viskozite artırmak için karboksimetilselüloz bulunurken diğerinde %0,5 sodyum hipoklorit bulunmaktadır. Aminoasit içeren jel kırmızı iken sodyum hipoklorit içeren jel şeffaftır (Munshi ve ark., 2001). Carisolv uygulama sistemi zaman içerisinde gelişmiştir. Orijinal jel iki ayrı bileşenden oluşur. 2004 yılı sonrasında modifiye edilmiş ve “Multi Mix Syringe” olarak adlandırılmıştır (Şekil 1.5). Kırmızı renk verici eritrosin çıkarılmış, aminoasit konsantrasyonu yarıya indirilmiş ve sodyum hipoklorit oranı artırılmıştır. 2013 yılında ise New Carisolv System™ ekskavasyon süresini azaltmak amacıyla minimal invaziv frezlerin ve çürük tespit edici boyanın modifiye Carisolv jeline eklenmesiyle geliştirilmiştir (Preethi Krishnan, 2020).



Şekil 1.5. Carisolv jel

Carisolv'un aktif bileşeni sodyum hipoklorittir. İki jel karıştırıldığında aminoasitler sodyum hipokloritin yapısındaki klorlara bağlanarak yaklaşık pH'ı 11 olan kloraminleri oluşturmaktadır. Böylelikle hipokloritin nekrotik olmayan dokuları da parçalayabilmesi şeklinde oluşabilecek yan etki azaltılarak materyalin etkisinin özellikle denatüre proteinlere ve kolajenlere yöneltildiği belirtilmiştir (Ericson ve ark., 1999). Bu klorinasyon etkisi kolajenin sekonder ve kuarterner yapısını etkilemektedir ve proteolitik reaksiyona yol açmaktadır. Yıkılan kolajen çürük dentinin üst tabakalarında yumuşamaya neden olur, jelin pH'ının 11 olması nedeniyle sağlam dentinde herhangi bir değişiklik olmazken sadece organik kısım etkilenecek kaviteden kolaylıkla uzaklaştırılabilir (Yazıcı ve ark., 2003). Demineralize dentinin pöröz yapısı da Carisolv'un dentine penetre olmasını kolaylaştırmaktadır (Sakoolnamarka ve ark., 2002).

Carisolv jelinin kaviteye uygulanması, çürük temizlenmesi ve kalan sağlıklı dentinin kontrolünün yapılması amacıyla yine aynı firma tarafından özel el aletleri üretilmiştir (Şekil 1.6). Jel, kaviteye el aleti yardımıyla taşınır. 30 saniye beklendikten sonra çürük dentin nazıkçe kaldırılır. Çürük temizlenmesi için gereken zaman ortalama 9-12 dakika olarak bulunmuştur (Ericson D, 1999). Kullanılan jel miktarı 0.2-1 ml arasındadır. Jel formunda olduğu için kullanımı Caridex'ten daha kolaydır ve çürük lezyonu ile teması daha iyi sağlanmaktadır. Bu teknikle çürük temizliği yapıldığında kavite yüzeyindeki sağlam dentinin geleneksel yöntemden sonra kalan sağlam dentin ile benzer olduğu gösterilmiştir (Banerjee A, 1999).



Şekil 1.6. Carisolv el aletleri

Araştırmalar Carisolv jeli ile yapılan kemomekanik çürük temizleme işleminin ardından dentin yüzeyinin düzensiz görüldüğünü ve smear tabakasının olmadığını göstermiştir. Böylece restorasyon ile diş arasındaki bağlantı kuvvetlenmiştir (Wennerberg ve ark., 1999). Bu olumlu özellik günümüzde kullanılan rezin içerikli restoratif materyallerin dişe bağlanmasına katkı sağlamaktadır.

Carisolv jeli ile çürük temizlenirken mine-dentin bağlantısına ulaşım oldukça önemlidir. Çünkü Carisolv jeli zayıflamış mineye kimyasal olarak etki edemez. Cederlund ve ark. (1999a) yaptıkları çalışmalarında Carisolv jeli ile çürük temizlendikten sonra mine-dentin birleşiminde bakteri kolonizasyonu varlığını göstermişlerdir.

Geleneksel çürük temizleme yöntemiyle karşılaştırıldığında Carisolv'ün daha uzun süreli bir prosedür olduğu, daha maliyetli olduğu, jelin kokusunun ve tadının hastaları rahatsız ettiği ancak daha az ağrılı ve daha tercih edilebilir bir tedavi seçeneği olduğu bildirilmiştir (Rafique S., 2003).

1.4.4.2. Enzim Bazlı Kemomekanik Çürük Temizleme Ajanları

1989 yılında Goldberg ve Keil isimli araştırmacılar *Achromobacter* türlerinden bir bakteriyel kolajenazın 2-5 saat süre ile kaviteye uygulandığında yumuşak çürük dentinin uzaklaştırılmasında yararlı olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada çekilmiş insan dişlerini 2-92 saat boyunca 33°C'de borat tamponunda bir *Achromobacter* kolajenaz solüsyonuna daldırmışlardır. Daha sonra dentin yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiş ve dentin tabanında açıkta kalan kolajende bakteri görülmemiştir (Goldberg ve ark., 1989). Başka bir çalışmada bir diğer enzim çeşidi olan pronazın da çürük temizliğinde etkili olduğu gösterilmiştir (Nordbø ve ark., 1996). Araştırmacılar, potansiyel klinik etkinliğini öne sürmüş olsalar da pronazın klinik uygulamasına ilişkin veriler henüz mevcut değildir.

1.4.4.2.1. Papacárie®

Bussadori ve ark. (2005b) tarafından Brezilya'da yürütülen bir araştırma projesinde formülasyonu yeni geliştirilen, ticari adıyla Papacárie® olarak bilinen kemomekanik çürük temizleme ajanı geliştirilmiştir İçeriğinde ana etken madde olarak papain enzimi, antiseptik etki vermesi amacıyla kloramin, toluidin mavisi ve tuz bulunmaktadır.

Papain, proteolitik bir enzimdir. Bakterisit, bakteriyostatik ve anti-enflamatuar özelliklere sahiptir (Osato ve ark., 1993). İnsan pepsinine benzer şekilde papain, sağlıklı dokuya zarar vermeyen ve skatrisyel süreci hızlandıran, anti-enflamatuar bir ajan olarak görev yapar. Papain, Carica Papaya ağacının yapraklarının ve meyvelerinin kauçuğundan elde edilir. Carica Papaya, Brezilya, Hindistan, Güney Afrika ve Hawaii gibi tropikal bölgelerde yetiştirilir ve büyük ölçüde yiyecek, içecek ve ilaç endüstrilerinde kullanılır (Kimmel ve ark., 1954). Papain kimyasal debridmanı, skatrisyel süreçteki granülasyon ve epitelizasyonu ve yara izlerinin gerilme kuvvetinin uyarılmasını teşvik eder (Mandelbaum ve ark., 2003). Papacarie jelin içerisinde 6000 IU/mg miktarında papain bulunmaktadır. U / mg: belirli bir enzimatik aktiviteyi veya konsantrasyonu ölçmek için Uluslararası birimler olarak tanımlanabilir ("PAPACÁRIE DUO," 2019).

Flindt (1979), papainin yalnızca enfekte dokularda etki göstermesini alfa-1-antitripsin adı verilen plazmatik bir anti-proteaz enziminin sadece sağlam dokularda bulunmasına ve enfekte dokularda bulunmamasına bağlamıştır. Alfa-1-antitripsin enziminin protein sindirimini inhibe etmesi ve enfekte dokularda bulunmaması, papainin kısmen bozulmuş kolajen moleküllerini kırmasına izin verir. Buna dayanarak pek çok araştırmacı tarafından sağlıklı dentine zarar vermeyeceği, yalnızca çürük dentine etki edeceği düşünülmektedir (Jawa ve ark., 2010; Piva ve ark., 2008). Bittencourt ST ve ark. (2010) sağlıklı ve çürük dişlere Papacarie® uyguladıktan sonra jelin dokudan kaldırdığı mineral içeriğini analiz etmişler ve Papacarie'nin yalnızca enfekte dentine etki ettiğini, sağlıklı dokudan neredeyse hiç mineral uzaklaştırmadığını bildirmişlerdir ancak diğer bir çalışmada sağlam dentinde alfa-1-antitripsin varlığına dair bir delil bulunamadığı ve Papacarie'nin spesifik olmayabileceği belirtilmiştir (Bertassoni, 2009). Dawkins ve ark. (2003), yaptıkları bir çalışmada papainin hem gram pozitif hem gram negatif mikroorganizmaların büyümesini engelleyen antibakteriyel etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Papain ile tedavi başladığında, lokal onarıcı sekresyon artar, nekrotik doku yumuşar, lezyonun sınırı gevşer ve hemoraji çapında küçük bir artış olmaktadır. Sürecin başlamasından bir süre sonra nekrotik doku gevşer ve hemoraji çapı yavaş yavaş azalmaya başlar. Sonuç olarak doku iyileşmesi için gereken süreyi azaltır ve lezyonun etrafındaki sağlam dokulara zarar vermez (Bussadori ve ark., 2005a).

Diş hekimliğinde papain, abraziv olmayan beyazlatıcı ajan olarak diş macunlarının içinde de kullanılmaktadır. Plağı çözme ve uzaklaştırma eğilimi vardır. Proteolitik enzim yapısı sayesinde diş taşının proteinli matriksine bağlanarak çözmektedir (Glace, 1991).

Papacarie'nin yapısındaki bir diğer bileşen olan kloramin, klor ve amonyak arasındaki reaksiyon ile oluşturulur. Kloramin, minerallerini kaybederek açığa çıkmış ve denatüre olmuş kolajenin klorinasyonunu sağlayarak daha kolay çözünmesini sağlamaktadır (Maragakis ve ark., 2001). Klorinlenme sonucunda hidrojen bağları parçalanmakta dolayısıyla kolajenin sekonder ve kuartern yapılarını etkilenmektedir. Bunun sonucunda çürük dokunun uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır.

Kloraminin antiseptik özelliği sayesinde ağız gargarası olarak kullanılabileceği üzerine çalışma yapılmış ve sürekli antimikrobiyal etki göstererek uygun bir ağız gargarası olabileceği gösterilmiştir (Pitten ve ark., 1999). Tonami ve ark. (2003) tarafından kloramin ve sodyum hipokloriti dentin tübüllerini tıkama açısından karşılaştırdıkları bir çalışmada kloraminin dentin tübüllerini açtığını sodyum hipokloritin ise tıkadığını belirtmişlerdir.

Papacarie'nin içerisindeki üçüncü bileşen olan toluidin mavisi boyayıcı ajan olarak kullanılmaktadır. Artı bir avantaj olarak Streptokok Mutansların hücre membranlarına bağlanarak olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Ordu, 2018).

Papacarie'yi oluşturan papain ve kloramin ile toluidin mavisi arasında oluşan sinerjik etki ile çürüğün uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır (Mathre ve ark., 2011). Bussadori ve ark. (2005b) tarafından, farklı papain konsantrasyonlarında (% 2, 4, 6, 8 ve 10) fibroblast kültürü kullanılarak yapılan bir in vitro çalışmada Papacarie'nin sitotoksik olmadığı belirtilmiştir.

Papacarie uygulamasında temizlenecek diş izole edildikten sonra jel (Şekil 1.7) kaviteye doldurulup 30-40 saniye beklenmektedir. Enfekte dokunun bozulmasının hemen ardından oksijen serbest kalmakta ve kabarcıklar yüzeyde belirir. Yumuşayan çürük dentin üreticinin önerisi doğrultusunda ekskavatörün karşı-kör tarafı kullanılarak çıkarılmaktadır. Bu aşamada kesme işlemi değil kazıma işlemi yapılmalıdır. Eğer gerekliyse tekrar jel uygulanmaktadır. Jel uygulamaları arasında kaviteyi yıkamaya gerek yoktur. Jel koyu renkse çürük dokunun bozulmakta olduğunu göstermektedir. Jel bulanıklaşmayıncaya kadar ekskavasyon bölgesine taze jel uygulanarak temizlemeye devam edilir. Kavitenin en son %0.12 veya %2 klorheksidin veya su spreyi ile yıkanması; nemsiz ve yağsız hava ile kurutulması önerilmektedir (Bussadori ve ark., 2005a).



Şekil 1.7. Papacarie Duo (F&A Laboratório Farmacêutico, São Paulo, Brezilya) (Matsumoto ve ark., 2013)

Papacarie ile çürük temizliğinin etkinliğinin incelendiği bir dizi çalışmada olduğu gibi AlHumaid (2020) tarafından yapılan çalışmada da geleneksel çürük temizleme yöntemi ile kıyaslanmış ve Papacarie'nin çürük temizleme etkinliği açısından önemli bir fark bulunamamıştır. Papacarie'nin işlem süresi geleneksel yöntemle göre önemli ölçüde fazla bulunmuştur. Carisolv jeli ile kıyaslandığında maliyeti daha düşüktür.

Papacarie jeli ile çürük temizliğinde açık dentin tübüllerinin varlığı, jelin başlangıçtaki yüksek pH'ına ve mekanik hazırlama tekniğine bağlanmıştır. Papacarie, denatüre olmuş kolajeni bozarak, dentinin seçici olarak yumuşamasına neden olur böylece smear tabakasını kaldırır ve dentin tübüllerini açığa çıkarır (Tonami ve ark., 2003). Kotb RM ve ark. (2016) açık dentin tübüllerinde bakteri varlığına rastlamamışlardır. Thakur ve ark. (2017) SEM kullanarak çalışma yapmışlar ve minimal smear tabakası gözlemlemişlerdir. Bir başka çalışmada ise hem smear tabakası hem de dentin tübüllerinde bakteri varlığı gözlenmiştir (AlHumaid, 2020). Yazıcı ve ark. (2003) kemomekanik çürük temizleme sonrası smear tabakasının yokluğu dolayısıyla bakterilerin el aletleri ile dentin tübüllerine doğrudan itilebileceğini belirtmişlerdir.

Öz ve Coşgun tarafından kliniğimizde yapılan tez çalışmasında Papacarie ve geleneksel döner alet yöntemleri ile yapılan çürük temizliğinden sonra dentinin ortalama mineral yoğunluk değerlerine ait bulgular karşılaştırılmış ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Coşgun, 2017).

Arora ve ark. (2012) kalsiyum hidroksit ve salin karışımı, geleneksel döner aletler ve Papacarie jeli arasında çürük temizliği sonrası karşılaştırma yaptıkları SEM çalışmasında rezin bağlantılarını değerlendirmişlerdir. Papacarie jeli kullandıktan sonra meydana gelen rezin taglarının en uzun ve en yoğun olduğunu belirtmişlerdir.

Papacarie jelinin çürük temizliğindeki avantajlarını özetleyecek olursak;

- Geleneksel yönteme göre hasta açısından daha konforludur.
- Lokal anestezi gerektirmemektedir.
- Oral dokularla biyouyumludur, pulpa vitalitesini olumsuz etkilemez.
- Smear tabakasını ortadan kaldırabilir böylece restorasyon bağlantısı artar.
- Özel ekipman gerektirmez dolayısıyla ucuzdur.
- Antibakteriyeldir ve etkisi hızlıdır (Ramchandra Kabir, 2013).

Çizelge 1.1. Caridex, Carisolv ve Papacarie'nin içeriklerinin karşılaştırılması

	Caridex	Carisolv	Papacarie
Solüsyon I	%1 NaOCl	%0,5 NaOCl	Tek şişeden oluşmaktadır. Endoprotein- Papain ve kloraminler
Solüsyon II	0,1 M Amino bütirik asit 0,1 M NaCl 0,1 M NaOH	0,1 M Glutamik asit/Lösin/Lizin NaCl NaOH	
pH	11	11	11
Boya	-	Eritrosin	Toluidin mavisi
Fiziksel özellikler	Likit	Jel	Jel
Uygulama süresi	10-15 dk	10-15 dk	5-8 dk
Hacim	100-500 ml	0,2-1,0 ml	0,2-1,0 ml
Ekipman	Uygulama ünitesi	Gerekli değil	Gerekli değil
El aletleri	Uygulama uçları	Özel tasarlanmış el aletleri	Özel bir el aleti gerektirmemekte
Solüsyonlar karıştırıldıktan sonra etkinlikleri	1 saat	20 dk	Karıştırmaya gerek yok

1.4.4.2.2. Carie-Care TM

Papacarie'den daha ucuz ve kolay bulunabilirliğe sahip yeni bir ajan sunmak amacıyla, yeni bir kemomekanik çürük temizleme sistemi olan Carie-Care TM jeli (Uni-Biotech, Pharmaceuticals Pvt. Doğal bir. Ltd., Hindistan) piyasaya sürülmüştür (NB Nagaveni, 2016). Carie-Care, Papacarie ile benzer şekilde papaya özütü, bir endoprotein olan sistein, kloramin, boya ve karanfil yağından oluşmaktadır analjezik olan karanfil yağı içeriği sayesinde anestezi özelliğe sahip olduğu ve işlem sırasında ağrıyı azalttığı aynı zamanda anti-enflamatuar özelliklerinin olduğu bildirilmiştir. Carie-Care, altı aydan fazla 4°C'de saklanabilen tekli preparat şeklindedir (Şekil 1.8) (Venkataraghavan ve ark., 2013).



Şekil 1.8. Carie-Care (Eco Dental Works) (Harsha S. Nalawade, 2019)

Carie-Care'in uygulama yöntemi Papacarie ile benzerdir. Jel uygulaması sonrası yumuşayan dentin keskin kaşık şeklindeki bir ekskavatör ile uzaklaştırılmaktadır. Somani R. ve ark. (2015) Carie-Care ile Carisolv ve salin solüsyonlarını smear tabakasını uzaklaştırma açısından karşılaştırmış ve Carie-Care'in Carisolv kadar etkili olmadığını ancak salin solüsyonundan daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Papacarie ile Carie-Care'in etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir in vitro çalışmada çürük temizleme açısından Carie-Care'in Papacarie kadar etkili olduğu ancak çalışma süresinin daha fazla olduğu belirtilmiştir (Sahana ve ark., 2016).

1.4.4.2.3. Biosolv

Biosolv (SFC-V ve SFC-VIII; 3M-ESPE AG, Seefeld, Almanya) henüz deney aşamasında olan enzimatik kemomekanik çürük temizleme ajanıdır. Biosolv ile ilgili bilgiler oldukça sınırlıdır ve birçoğu da üretici firmanın iddialarına dayanmaktadır. Clementino-Luedemann ve ark. (2006) tarafından SFC-V solüsyonu geliştirilmiş ve sonuçları Carisolv ile karşılaştırılmıştır. SFC-V solüsyonunun Carisolv kadar etkili olmadığı gösterilmiştir. Biosolv jelin içeriği fosforik asit/sodyum bifosfat tamponundaki pepsin enzimidir. Jelin içeriğindeki pepsinin çürükle enfekte olmuş

dentin dokusundaki yapısı bozulmuş olan kolajen fibrilleri selektif olarak yıkıma uğratarken, içeriğindeki fosforik asidin de inorganik yapının çözülmesini sağladığı iddia edilmektedir. Biosolv jelin pH'ı 3'tür. Bu asidik içeriği nedeni ile çürük temizliği sonrasında daha yumuşak ve pürüzlü bir dentin yüzeyi ortaya çıkmaktadır.

Biosolv sisteminde kullanılmak üzere plastik el aletleri (Star V1.3) geliştirilmiştir. Bu el aletlerinin sertliği çürük ve sağlıklı dentin arası bir sertliktedir. Star V1.3 el aletlerinin Carisolv jel ile çürük temizliğinde etkili olmadığı bildirilmiştir ve Biosolv jel ile olan etkinliği de açıkça belirtilmemiştir (Clementino-Luedemann ve ark., 2006). Neves Ade ve ark. (2011) Biosolv jeli ile en iyi çürük temizliğinin metal el aletleri ile yapıldığını belirtmişlerdir.

Biosolv jelin etkinliği hakkında sınırlı sayıda veri vardır ve bunlar çelişkilidir. Banerjee ve ark. (2010) Biosolv jeli, Carisolv ve el ekskavasyonu ile karşılaştırdıklarında daha fazla yumuşak ve enfekte dentin bırakma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Bunu dentinin Biosolv'ü hızlı bir şekilde tamponlamasına ve bu nedenle de yapısındaki pepsinin denatüre olmuş dentini uzaklaştıramamasına bağlamışlardır. Tersine bir fikir olarak Neves ve ark. (2011) Biosolv'ü kemomekanik çürük temizleme jelleri içerisindeki en agresif jel olarak bildirmişlerdir. Bunu da asiditesine bağlamışlardır. Bu asiditenin hem çürük dokuya hem de sert dokuya etki ettiğini belirtmişlerdir. Bu selektif olmayan etki, SFC-V hazırlanması sırasında içerisindeki koyulaştırma ajanının oda sıcaklığına gelmesiyle akıcılığının artmasına ve bunun sonucu olarak sağlam dentine penetrasyonunun da artmasına bağlamışlardır. Biosolv'ün işleminin ve etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi ve klinik olarak kabul edilebilmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Hamama ve ark., 2014).

1.4.4.2.4. Apacarie

Apacarie jel; yeni bir kemomekanik çürük temizleme ajanı olup mangosten özütünden elde edilen polifenol ve papain jel karışımıdır (DOĞAN, 2020). Bu jel özellikle süt dişlerinde daha nazık bir çürük temizliği için geliştirilmiştir. Spesifik polifenollerin *S.mutans* üzerine etkisini araştıran birkaç in vitro çalışma vardır. *S.mutans*, glukoziltransferaz isimli enzimini kullanarak oral kavitedeki sukrozlardan ekstraselüler glukan oluşturur (Loesche, 1986). Glukan, oral kavitedeki karyojenik mikroorganizmaların diş yüzeyine birikimini kolaylaştırarak biyofilm yapısını oluşturur. Başka bir çalışmada Apacarie jelin bu glikoziltransferaz enzimini inhibe ettiği bildirilmiştir (Matsumoto ve ark., 2003). Bazı çalışmalar ise Apacarie jelin etkisini *S.mutans*'ın proton translokasyon enzimi olan F-ATPaz enziminin inhibisyonuna ve dolayısıyla asit üretiminin inhibisyonuna bağlamaktadır (Duarte ve ark., 2006; Sturr ve ark., 1992). F-ATPaz, protonları hücrelerin dışına taşır ve asitleşmenin metabolik süreçler üzerindeki olumsuz etkisini hafifletir, böylece hücre dışı ortamın pH'ını düşürür (Xiao ve ark., 2000). Yapılan bir çalışmada Apacarie jelin *S.mutans*'ların hidroksiapatite yapışmasını inhibe ettiği bildirilmiştir (Li ve ark., 2004).

1.4.4.2.5. BRIX-3000

2012 yılında piyasaya sürülen BRIX-3000 (Brix S.R.L., Arjantin), papain bazlı proteolitik enzim içeren kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarından biridir (Şekil 1.10). Kolajen üzerinde proteolitik aktiviteye sahiptir. Bir antiproteaz olan α -1 antitripsin içermesi nedeniyle sağlıklı dokularda proteolitik bir etkiye sebep olmamaktadır. Bu ürünün üreticilere göre farklılığı kullanılan papain miktarı (%10'luk bir konsantrasyonda 3.000 U/mg) ve jeldeki enzimlere stabilite sağlayan EBE

teknolojisi (Encapsulating Buffer Emulsion) (Felizardo ve ark., 2018). EBE Teknolojisi, proteolitik enzimleri hareketsiz kılan, stabilite sağlayan ve onları yalnızca bozulmuş kolajen üzerinde proteoliz uygulama anında serbest bırakan, Brix Medical Science'ın benzersiz bir biyo-kapsülleme tekniğidir. Özetle BRIX-3000'in avantajları;

- Çürük dokudaki kolajen fibrilleri kolayca uzaklaştırabilmesi,
- Oral sıvılarda az çözünmesi,
- Saklanması için soğuk zincir gerektirmemesi,
- Antibakteriyel ve antifungal etkinin yanısıra antiseptik etkiye sahip olması,
- Kloramin içermemesi sebebiyle toksikolojik olarak güvenli olmasıdır (M. S. Inamdar ve ark., 2020).

BRIX-3000, sağlıklı dokuyla temas ettiğinde herhangi bir reaksiyona neden olmadığını gösteren, ağız, cilt veya gözlere toksik olmadığını kanıtlayan dermatolojik bir sertifikaya sahiptir (Mafaz Mahdi Muhsin Ismail, 2019).

Jelin çürük dentin üzerine uygulanmasından sonra, dentin yüzeyinde, kolajen moleküllerinin parçalandığını ve enfekte dentin dokusunun çıkarılmasına başlanabileceğini belirten, jelin bulanıklığının daha yüksek olduğu bir oksijen kabarcığı oluşumu vardır. Üreticiye göre bu nokta jel uygulamasından 1-2 dakika sonra ortaya çıkar. Enfekte doku bu süreden sonra ekskavatör ile çıkarılabilir. Üreticiye göre jel, ortalama 2-3 uygulama ile yumuşak doku kalmayınca kadar tekrar uygulanabilir. Uygulamalar arasında kavitenin yıkanmasına veya kurutulmasına gerek yoktur ancak hekim çürük giderilmesini kontrol etmek isterse yapabilir (Felizardo ve ark., 2018). Torresi F. ve ark. (2017) BRIX-3000 ile geleneksel döner aletleri karşılaştırdıkları çalışmada çürük dokunun uzaklaştırılmasında BRIX-3000'in

etkinliğini doğrulamışlardır. Ürünün tek uygulamasında % 82.7 etkili olduğunu belirtmişlerdir.

2020 yılında yayımlanan bir randomize kontrollü çalışmada BRIX-3000 ile %2,25’lik sodyum hipoklorit içerikli jel ve geleneksel döner aletler çürük temizleme etkinliği açısından karşılaştırılmış ve süt dişlerinde çürük dentin dokusunu uzaklaştırmada BRIX-3000’in etkili bir kemomekanik ajan olduğu belirtilmiştir (Alkhouli ve ark., 2020). BRIX-3000 gelişmiş bir etki mekanizmasına sahip olması nedeniyle çok yüksek bir maliyete sahiptir.

BRIX-3000, Carie-Care ve geleneksel döner aletlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada bu üç yöntemin de bakteri sayısını potansiyel olarak azalttığı belirtilmiştir. Çalışma süresi açısından ise en kısa BRIX-3000’in en uzun ise Smart frezlerin sürdüğü belirtilmiştir (M. Inamdar ve ark., 2020). BRIX-3000 jelin anestezi ihtiyacını ortadan kaldırdığı, kokusunun ya da tadının hastalar tarafından rahatsız edici bulunmadığı bildirilmiştir (Balachandran ve ark., 2020).



Şekil 1.9. BRIX-3000 jeli

1.5. Rezidüel Çürüğün Tespit Edilmesinde Kullanılan Yöntemler

Günümüzde, çürük temizleme işleminin tamamlandığını değerlendirmek için kesin olarak kabul edilmiş bir rehber ya da cihaz bulunmamaktadır. Yetersiz çürük uzaklaştırma ya da gereğinden fazla sağlam diş dokusu kaldırma gibi hatalar yaşamamak için geçmişten günümüze çeşitli yöntemler araştırılmıştır. Çürük temizliğinin kapsamını değerlendirmek için kullanılacak yöntem kavitede kalan enfekte dentinin miktarını belirlemelidir (Vural ve ark., 2017).

1.5.1. Görsel ve Dokunsal Muayene

Çürük temizliğinin tamamlanmasına karar vermek için altın standart olarak kabul edilen görsel ve dokunsal muayene yöntemi diş hekimleri tarafından en sık kullanılan yöntemdir (Nadanovsky ve ark., 2001). Bu yöntemde kriter sondun dentine yapışmaması ve geri çekme hissi vermemesidir (Neuhaus ve ark., 2009). Bu aşamada dentin yüzeyinin dirençli yanıt vermesi bakteri varlığında belirgin bir azalma olduğu anlamına gelir ve daha fazla ekskavasyonun gerekli olmadığını gösterir (de Almeida Neves ve ark., 2011). Ancak sond ile yüzey kontrolünde remineralize olabilecek dentin yüzeyine geri dönüşümsüz zarar verilebileceği gösterilmiştir (Ekstrand ve ark., 1987). Yapılan araştırmalarda dentinin sertliğine bakılmaksızın sadece rengine dayanarak yapılan değerlendirmenin rezidüel çürük tespiti için doğru sonuç vermediği gösterilmiştir (Banerjee ve ark., 2003; Kidd ve ark., 1996).

1.5.2. Çürük Tespit Boyaları

Enfekte ve etkilenmiş dentini daha objektif olarak ayırt edebilmek için geliştirilen çürük tespit boyalarından ilki propilen glikol çözücü içerisindeki %0.5'lik bazik fuksin solüsyonudur (Sato ve ark., 1976). Ancak fuksinin karsinojen olma ihtimalinden dolayı bunun yerini %1'lik acid-red 52 solüsyonu almıştır ve “Caries Detector” adında ticari ürün (Kuraray, Tokyo, Japonya) tanıtılmıştır (Dorothy McComb, 2000).

Çürük tespit boyasının kullanımının rezidüel çürük tespitinde hekime kolaylık sağladığını bildiren çalışmalar olmakla birlikte tamamen objektif bir yöntem olmadığı, gereğinden fazla dentin dokusunun uzaklaştırılabileceği ve bakterilerin elimine edilmediğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (Anderson ve ark., 1985). Bununla birlikte bu boyaların çürük dokusundaki bakterileri değil, demineralize olmuş kolajen matriksini boyadığı bilinmektedir (McComb, 2000). Yapılan bir çalışmada çürük tespit boyası ile boyanan dentinin rengi ne kadar açıksa, içerdiği bakteri sayısının da o kadar az olduğu ve aşırı madde kaybının önüne geçmek için bu bölgelerin uzaklaştırılmaması gerektiği bildirilmiştir (Y. Hosoya ve ark., 2007).

Son zamanlarda, gereksiz dentin uzaklaştırılmasını önlemek için yeni bir çürük tespit boyası (Caries Check, Nippon Shika Yakuhin, Shimonoseki, Japonya) geliştirilmiştir. Bu ürün, propilen glikol yerine polipropilen glikolde %1 asit red içerir. Daha yüksek moleküler ağırlıklı taşıyıcı boyaların, gözenekli dokularda azaltılmış difüzyon özellikleri sergiledikleri gösterilmiştir (Cvetkovic ve ark., 2005). Caries Check ve Caries Detector'da kullanılan glikol bileşeninin moleküler ağırlıkları sırasıyla 300 ve 76'dır. Bu nedenle, daha yüksek moleküler ağırlıklı polipropilen

glikollerle hazırlanan çürük tespit edici boyalar, etkilenmiş veya sağlam dentinin aşırı boyanmasını ve aşırı uzaklaştırılmasını önleyebilir (Y Hosoya ve ark., 2007).

1.5.3. Lazer Floresans Yöntemi

Lazer floresans diş hekimliğinde çürük teşhisi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Lazer ışınının çürük dokudaki yayılma katsayısının sağlıklı dokuya göre yüksek olması bu yöntemin temelini oluşturmaktadır (Lussi ve ark., 2001). Floresans konusunda elde edilen bilgiler ışığında lazer floresans temeline dayanan DIAGNOdent cihazı 1998 yılında çürük lezyonlarının belirlenmesi için tanıtılmıştır (Lussi ve ark., 1999). Cihaz diş yüzeyine 655 nm dalga boyunda kırmızı bir lazer ışığı gönderip diş yüzeyinden yayılan floresan miktarını ölçerek demineralizasyon seviyesini göstermektedir. DIAGNOdent, çürüklerin erken teşhisinde kullanılan bir araç olarak geliştirilmiş olmakla birlikte rezidüel çürük teşhisinde de kullanılabileceği bildirilmiştir. (Lennon ve ark., 2002). Süt dişlerinde çürük temizliğinin ardından rezidüel çürüğün tespit edilmesinde DIAGNOdent ve görsel-dokunsal muayene yönteminin karşılaştırıldığı bir in vitro çalışmada DIAGNOdent'in etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir. (Gurbuz ve ark., 2008). Çürük tespit boyası, DIAGNOdent ve elektronik çürük monitörünün rezidüel çürük tespitindeki etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir başka in vitro çalışmada ise DIAGNOdent' in diğer yöntemlere göre daha hassas ve seçici olduğu bildirilmiştir (Unlu ve ark., 2010). Literatürde DIAGNOdent cihazı ile rezidüel çürük tespitinde elde edilen verilerde farklı yorumlar vardır. Yonemoto ve ark. (2006) yaptıkları bir in vitro çalışmada DIAGNOdent cihazı ile çürük temizliğinin sonlanım noktasını belirlemede en iyi göstergenin 11 ila 20 arasındaki değerler olduğu bildirilmiştir Bazı araştırmacılar ise bu eşik değer 30 olduğunda en kabul edilebilir ve hassas ölçüm yapıldığını belirtmişlerdir (de Almeida Neves ve ark., 2011; Lussi ve ark., 2001).

1.6. Dentinin Kimyasal Yapısının İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler

1.6.1. Mikro Bilgisayarlı Tomografi Yöntemi (Mikro BT)

Mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT), örnekleri 5-50 µm uzaysal çözünürlükte görüntülemeye yarayan bir tekniktir ve ilk olarak Elliott ve Dover isimli araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir (Elliott ve ark., 1982). Yıkıcı olmayan bir teknik olan Mikro-BT ile örneklerin herhangi bir müdahaleden sonra yeniden taranabilmesi mümkündür.

Mikro-BT cihazının ana parçaları; X-ışını tüpü, üzerine sabitlenen örneği belli aralıklar ile çeviren bilgisayar kontrollü bir motor, görüntü yoğunlaştırıcı aparatlar, X-ışınlarının görüntü verisini çeviren bir CCD kamera, görüntüyü dijital olarak toplayan ve bunları kontrol eden bir bilgisayardan oluşmaktadır. Görüntülenecek olan örnek bir yuvada dönerken, sistem bu objenin farklı açılardan birden fazla X-ışını görüntüsünü alır. Bu görüntüler kullanılarak objenin kesit görüntülerinin yeniden yapılandırılması gerçekleştirilir (Feldkamp ve ark., 1989). Bu görüntülerin analizi ile örnek içerisindeki her noktadaki radyoopasiteyi temsil eden üç boyutlu bir veri seti oluşturulur.

Mikro-BT diş hekimliğinde;

- Mine ve dentinin mineral yoğunluğunun ölçülmesinde
- Restorasyonların marjinal sızıntılarının değerlendirilmesinde
- Mine kalınlığının ölçülmesinde
- Dentin çürüğünün derinliğinin ölçülmesinde
- Kök kanal morfolojisinin ve yapılan tedavilerin analizinde
- İmplant ve çevresindeki trabeküler kemiğin değerlendirilmesinde

- Kafa-yüz kemiklerinin gelişimlerinin değerlendirilmesinde
- Yapay çürük lezyonlarında mineral değişikliklerinin analizinde kullanılmaktadır. (Kurt ve ark., 2016; Şahin ve ark., 2014)

In vitro çürük çalışmalarında geleneksel altın standart, uzmanlar tarafından yapılan histolojik değerlendirme ya da diştten alınan kesitlerin transvers mikro radyografi ile değerlendirilerek mineral yoğunluklarının belirlenmesidir. Bu yöntemlerin her ikisi de diştten kesit alınmasını gerektirir, bu da sonuçlarda değişikliğe neden olur (Huysmans ve ark., 2004). Mikro-BT, bu sorunlara potansiyel bir çözüm sunar.

Biyolojik çalışmalarda Mikro-BT'nin ana avantajı, sert dokuların mineral içeriğini mikroskopik düzeyde üç boyutlu olarak ölçme yeteneğidir (Kinney ve ark., 1994; Zou ve ark., 2011). Mikro-BT görüntüsündeki radyoopasite dişlerdeki mineral yoğunluğuna karşılık geldiğinden, günümüze kadar hem minede (Efeoglu ve ark., 2005) hem de dentinde (Wong ve ark., 2006) çürük lezyonlarının demineralizasyonunu ölçmek için kullanılmıştır.

Süt ve daimi dişlerin farklı bölgelerindeki sağlam mine, dentin ve çürük dentinin mineral yoğunluk değerleri değişiklik gösterir. Daimi maxiller ve mandibular kesici dişlerin dentini için sırasıyla ortalama 1.72 g/cm^3 ve 1.95 g/cm^3 mineral yoğunluk değeri; daimi maksiller ve mandibular molar dişlerin dentini için ise sırasıyla ortalama 1.84 g/cm^3 ve 1.82 g/cm^3 mineral yoğunluk değerleri bildirilmiştir. Süt kesici dişler için maksilla ve mandibulada sırasıyla ortalama 1.31 g/cm^3 ve 1.24 g/cm^3 ; süt molar dişler için maksilla ve mandibulada sırasıyla ortalama 1.43 g/cm^3 ve 1.45 g/cm^3 mineral yoğunluk değerleri bildirilmiştir (Hayashi-Sakai ve ark., 2019). Mineral yoğunluk değerleri dentinin konumuna ve enfekte olmasına bağlı olarak

değişir. Kinney ve arkadaşlarının yaptığı Mikro-BT çalışmasında demineralize dentinin mineral yoğunluğu 0.55 g/cm^3 , remineralize dentinin mineral yoğunluğu ise 2.25 g/cm^3 olarak bulunmuştur (Kinney ve ark., 1994). Remineralize bölgedeki yüksek mineral yoğunluğu çürük süreci sırasında organik maddenin yıkıldığı yerlere minerallerin biriktiğini düşündürür. Yapılan çalışmalarda çürük ve sağlam dentin arasındaki mineral yoğunluğunun eşik değeri 1.11 g/cm^3 olarak tanımlanmıştır (Neves Ade A., 2010). Bu değer çürük temizleme yöntemlerinin etkinliklerini değerlendirmek için kullanılmıştır.

1.6.1.1. Dentin Mineral İçeriği ve Önemi

Dentinin yapısında ekstrasfibriller ve intrafibriller konumda bulunan ve kalsiyum ve fosfordan oluşan hidroksiapatit, dentinin inorganik içeriğini oluşturur. Ekstrasfibriller hidroksiapatit kolajen fibrillerini ayıran boşluklarda bulunurken intrafibriller hidroksiapatitin genellikle tropokolajen molekülleri arasındaki fibrillerin boşluklarında olduğu düşünülmektedir (Balooch ve ark., 2008). İntrafibriller mineralin dokunun doğal mekanik özelliklerini gösterebilmesi adına önemli olduğu öne sürülmüştür (Jäger ve ark., 2000). Dentinin kalitesi; mineral yoğunluğu, mikro yapı ve dokudaki minerallerin konumu gibi özelliklere bağlıdır. Bu nedenle, remineralize dokuların değerlendirilmesinde sadece matriksin organik ve inorganik bileşenleri arasındaki etkileşimini yansıtan mekanik özelliklerin değerlendirilmesi değil aynı zamanda mineral yoğunluğunun da değerlendirilmesi gerekmektedir (Bertassoni ve ark., 2009).

Mineral yoğunluğu dentinin elastik modülünün ana belirleyicisidir (L. Angker ve ark., 2004). Vücuttaki farklı dokular ya sertlik (yüksek mineral içeriği) ya da esneklik (düşük mineral içeriği) özelliği gösterir. Mineral içerik arttıkça elastik modül

de artar. Demineralize dentinin elastik modülünün daha düşük olduğu dolayısıyla streslerin dentine daha çok iletildiği ortaya çıkmıştır (L. Angker ve ark., 2004). Dentindeki çürük süreci dolayısıyla intrafibriller mineral eksikliğinde ve mineral hacim oranında orta derecede bir azalma dentinin mekanik özelliklerinde ciddi bir azalmaya sebep olur (Abou Neel ve ark., 2016).

Dentin çürükleri üzerine yapılan çalışmalar, kolajen matriksin yıkımı ile matrikse sıkıca bağlı minerallerin kaybı arasında özel bir bağlantı olduğunu göstermiştir (Johansen ve ark., 1961). Burada dikkate alınması gereken husus “Geride bırakılan kolajen hala sağlam mı ve remineralizasyonu teşvik etmek için yeterli mineral içeriyor mu?” Sorusu olmalıdır.

Öte yandan Klont ve ten Cate isimli araştırmacılar açığa çıkmış kolajenin uzaklaştırılmasının mineral depozisyon hızını etkilemediğini ve dentinin remineralizasyonunun artık hidroksiapatit kristallerinin çökmesiyle meydana geldiğini göstermişlerdir. Bu nedenle, rezidüel dentinin sağlam dentin kadar iyi mineralize olmamasına rağmen, yine de yeni minerallerin birikmesi ve/veya büyümesi için bir kaynak ve alan olduğu, dolayısıyla bu bölgedeki çürük gelişimini durdurduğu veya tersine çevirdiği söylenebilir (Klont ve ark., 1990).

1.6.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Elektron mikroskobu, görüntü oluşturmak için elektronların kullanıldığı bir cihazdır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ‘nda temel prensip elektron demeti ile örneklerin yüzeylerinin taranmasıdır. Tıp, madde bilimleri, botanik, yeryüzü bilimleri gibi birçok alanda örnekler SEM ile 100.000 kez büyütülerek yüzey yapıları incelenebilir (Bozzola, 1999). Tarama işleminden önce örnekler belirli bir protokole tabi tutularak hazırlanır. Birinci hazırlık fiksasyon işlemidir. Amaç, örnekleri canlı

organizmayla en az farklılık olacak şekilde hazırlamaktır. Dehidrasyon ve elektron demetine maruz kalma gibi aşamalarda yapısal ilişkilerin korunması amaçlanır. Fiksasyon aşamasından sonra örnekler giderek artan konsantrasyonlardaki etanol ya da aseton içerisinde dehidratasyona tabi tutulur ve kimyasal kurutma yapılır. Bu işlemin amacı örneklerden lipidlerin ve proteinlerin çıkarılmasıdır (Watt, 1997). Sonrasında alüminyum disklerle konulan örnekler elektronların yansıtılması amacıyla altın veya karbon püskürtülerek kaplanır. Kaplamanın kalınlığı örneğe göre ayarlanır ancak genellikle 100 Angström'dür. Tarama işleminde cihazdan çıkan elektron demeti örneklerin yüzeyindeki elektronlar ile etkileşime girer ve bu elektronların etrafa saçılmasına neden olur. Yüzeyden saçılan bu elektronların algılayıcılar ile tespit edilip toplanmasıyla yüzeyin bileşenleri, yapısı ve topografisi hakkında bilgi edinilir (Erdin, 1986). Algılayıcıya ulaşan elektron sayısı arttıkça görüntü parlak, azaldıkça görüntü koyu olur. Böylece örnek yüzeyinin gri tonlarda görüntüsü elde edilir.

1.6.2.1. SEM-EDX

Taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılımlı x ışını analizi anlamına gelen SEM-EDX, materyalin kimyasal karakterizasyonu ve element analizinin saptanması amacıyla kullanılan bir tekniktir. Bu teknikte örnek yüzeyine yüksek enerjili elektronlar gönderilerek örnekten elektron kopartılır. Elektron iç yörüngeden koptuğunda atomik kararlılığı sağlamak için dış yörüngeden elektronlar boş yörüngeye sıçrarlar. Dış yörüngeden sıçrayan elektron fazla enerjisini ışıma yaparak kaybeder. Böylece X ışını meydana gelir. Oluşan bu X ışını elektronik alıcılar ile algılanarak elde edilen veriler bilgisayar ekranında pikler oluşturur ve buna dayanarak örneğin hangi element atomunu içerdiği bulunur (Goldstein ve ark., 2018). EDX analizi ile periyodik cetveldeki sodyum ile uranyum arasındaki elementler algılanır (Arnold ve ark., 2007). SEM-EDX tekniğinin örneklerin ek hazırlık aşamaları gerektirmesi, görüntülerde artefakt oluşabilmesi ve pahalı bir yöntem olması gibi dezavantajları vardır (Echlin, 2009).

Sağlıklı dentinin element içeriği SEM-EDX ile yapılan çalışmalarda değerlendirilmiştir. Arnold ve ark. (2001) yaptığı SEM-EDX çalışmasında sağlıklı dentinde ağırlıkça %17.5 karbon, %24.3 oksijen, %39.1 kalsiyum, %18.2 fosfor ve %0.77 magnezyum elementlerinin bulunduğu belirtilmiştir. Sodyum ve klor gibi elementlerin de sağlıklı dentinde az bir miktarda da olsa bulunduğu bilinmektedir (Gutiérrez-Salazar ve ark., 2003). Başka bir SEM-EDX çalışmasında dentinde %44.16 oksijen, %20.05 kalsiyum, %11.95 fosfor, %14.93 karbon, %5.47 azot, %1.19 sodyum ve %1.03 magnezyum bulunduğu bildirilmiştir (Wang ve ark., 2021).

Ca/P oranı biyomineralize dokularda değişkenlik gösteren önemli bir belirteçtir ve dentin için 1.7 ile 2.4 aralığındadır (Arnold ve ark., 2003). Bowes ve Murray, sağlam insan dişine ait dentinde kalsiyum ve fosfor oranını değerlendirdikleri çalışmalarında, dentinde en düşük Ca/P oranını 1.92 olarak saptamışlardır (Bowes ve ark., 1935). Çürük dentinde mineral kaybının meydana geldiği yaygın olarak kabul edilmektedir. Little ve ark. (1965) yumuşak çürük dentinin yüzeyel tabakası için 1,81-1,89 ve daha derin tabaka için 1,99-2,13 Ca/P oranı bildirmişlerdir. Ca/P oranında meydana gelen değişiklik dentin geçirgenliği ile inorganik/organik yapının oranında farklılığa sebep olarak restoratif materyallerin diş dokusuna bağlantısını ve sızdırmazlık özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir (Mello ve ark., 2010).

1.7. Amaç

Diş çürüğü tüm yaş gruplarından insanları etkileyen dünya çapında bir sağlık sorunudur. Özellikle çocuk hastalarda çürüğün temizliğinde döner aletlerin kullanımı ile meydana gelen ses ve titreşimin verdiği rahatsızlık ve lokal anestezi yapma gerekliliği tedaviden kaçınma ve beraberinde ağrıya bağlı yaşam kalitesinin

düşmesine, ileri dönemde de erken diş kayıplarına sebep olabilmektedir. Günümüzde büyük bir öneme sahip olan Minimal İnvaziv Diş Hekimliği (MID) kavramı ile çürük temizliğinde diş yapısının maksimum oranda korunması hedeflenmekte ve bunun için kemomekanik yöntemle çürük temizliği sıklıkla kullanılmaktadır.

Yapılan literatür taramasında en yeni kemomekanik ajan olan BRIX-3000 jeli ile ilgili yapılan in vivo çalışmalarda işlemin tamamlanması için geçen süre, anestezi gereksinimi, hastalar tarafından algılanan ağrının skoru, mikrobiyolojik değerlendirme ile toplam bakteri sayımı gibi kriterler araştırılmıştır (Alkhouli ve ark., 2020; Balachandran ve ark., 2020; Mafaz Mahdi Muhsin Ismail, 2019).

İn vitro çalışmalarda ise daimi dişlerde BRIX-3000 kullanımı sonrası yapılan rezin restorasyonlarda hibrit tabaka kalınlığı ve smear tabakası varlığı (Donmez ve ark., 2022), süt dişlerinde BRIX-3000 kullanımı sonrası SEM ile smear tabakası varlığı incelenmesi (Thazhatheethil ve ark., 2021), BRIX-3000'in antimikrobiyal etkisinin deneysel incelenmesi (Toro Andonayre, 2018), daimi dişlerde BRIX-3000 kullanımı sonrası mikrosertlik değerlendirmesi (Santos ve ark., 2020), BRIX-3000'in sitotoksik ve genotoksik etkisinin deneysel incelenmesi (Guedes ve ark., 2021), BRIX-3000 kullanımı sonrası yapılan restorasyonların marjinal uyumunun değerlendirilmesi (Ludeña ve Bravo, 2021) gibi çeşitli konularda araştırmalar yapılmıştır.

BRIX-3000 jeli ile çürük temizlendikten sonra geride kalan dentin yüzeyinin mineral yoğunluğu ve element içeriği ile ilgili bilgilerin literatürde eksik olduğu görülmektedir. Bu nedenle tez çalışmamızda in vitro koşullarda süt dişlerinde BRIX-3000 jeli ile çürük temizliği yapıldıktan sonra Mikro-BT yöntemi kullanılarak dentin mineral yoğunluğu ölçülmesi ve SEM-EDX ile element içeriğin analiz edilerek, elde

edilen değerlerin ART ve geleneksel yöntemle çürük temizliği yapılan gruplarla karşılaştırılarak çürük temizleme etkinliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.



2. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamız için gerekli olan etik kurul onayı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır (36290600/70 sayı 03.11.2021) (EK-1). Çalışmamızda klinik ve radyolojik muayene sonucunda çekim endikasyonu konulmuş ve bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu (EK 2-3) onaylayan hastalardan çekilmiş olan süt birinci ve ikinci molar dişler kullanılmıştır. Örneklem hacminin belirlenmesi amacıyla çalışmaya başlamadan önce 'güç analizi' gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda etki boyutu $d=0,5$ iken %80 güçte $\alpha=0,05$ için her bir grupta en az 14 diş olmak üzere toplam 42 diş ile çalışılması öngörülmüştür. Çalışmamızdaki örneklem boyutu 50 diş olarak belirlenmiştir.

İn vitro koşullarda üç farklı çürük temizleme yönteminin süt molar dişlerdeki etkinliğini çürük temizlendikten sonraki dentinin mineral yoğunluğunu Mikro-BT ile, kalan dentin yüzeyindeki elementleri SEM-EDX ile analiz etmek amacıyla yaptığımız tez çalışmasında Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi kliniğinden toplanan dişler yüzey artıkları temizlendikten sonra çalışma yapılacak güne kadar $+4^{\circ}$ C 'de steril serum fizyolojik solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. Sadece mezial ya da distal yüzeylerinde çürük bulunan, herhangi bir restorasyon yapılmamış 35 adet süt 1.molar ve 15 adet süt 2.molar diş olmak üzere toplam 50 adet süt molar diş Çizelge 2.1'de gösterildiği gibi rastgele 3 gruba ayrılmıştır.

Çizelge 2.1. Çalışma grupları

n=50	BRIX-3000 jeli ile kemomekanik çürük temizliği yapılan grup (n=17)
	Atravmatik Restoratif Tedavi ile çürük temizliği yapılan grup (n=17)
	Geleneksel Yöntem ile çürük temizliği yapılan grup (n=16)

Çalışmamızda kullanılan çürük dişlerin orta derinlikte, radyografik olarak dentinin pulpal 1/3 ya da 1/4'ünden daha az bir kısmına ilerlemiş lezyonlar olması (Çizelge 2.2); klinik olarak Mount ve Hume sınıflandırmasında 2.2 skoruna uyması (Çizelge 2.3) göz önüne alınmıştır.

Çizelge 2.2. Vital pulpalı süt dişlerinde çürük lezyonlarının derinliğine göre tedavi sınıflandırması (Schwendicke ve ark., 2016; Ricketts ve ark., 2018)

LEZYON DERİNLİĞİ	Sığ/Orta	Radyografik olarak dentinin pulpal 1/3 ya da 1/4'ünden daha az kısmına ilerlemiş lezyonlardır. Pulpa ekspozu riski yoktur.	Sıkı dentine kadar seçici çürük temizliği önerilir.
	Derin	Radyografik olarak dentinin pulpal 1/3 ya da 1/4'lük kısmına ulaşmış lezyonlardır. Pulpa ekspozu riski vardır.	Yumuşak dentine kadar seçici çürük temizliği önerilir.

Çizelge 2.3. Mount ve Hume Sınıflaması (Mount ve ark., 1997)

	BOYUT				
KONUM	Kavite yok	Minimum Kaviteasyon	Orta Kaviteasyon	Geniş Kaviteasyon	Yaygın Kaviteasyon
Pit/Fissür 1	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
Arayüz 2	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
Servikal 3	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4

Çalışmaya başlamadan önce her bir örnekten radyograflar alınıp çürüğün derinliği değerlendirilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Çalışmamızda kullanılan bir süt molar dişe ait klinik fotoğraf ve periapikal radyograf

2.1. Kemomekanik Yöntem ile Çürük Temizlenen Grup

Çürük temizleme işlemi için BRIX-3000 jeli (BRIX Medical Science, Argentina) kullanılmıştır (Şekil 2.2). Üretici firmanın talimatlarına göre çürük dokusu nemli iken kavite jel ile doldurulmuş ve 2 dakika beklenmiştir. Bu işlem standardizasyonu sağlamak amacıyla her bir diş için 3 defa tekrar edilmiştir. Bu aşamada oluşan oksijen kabarcıkları ve bulanık görüntü sonrası yumuşayan çürük doku uygun boyutta bir ekskavatörle çevreden merkeze doğru nazikçe çıkarılmıştır. Uygulamalar arasında kavitedeki jel steril serum fizyolojik emdirilmiş pamuk peletler ile temizlenmiştir.



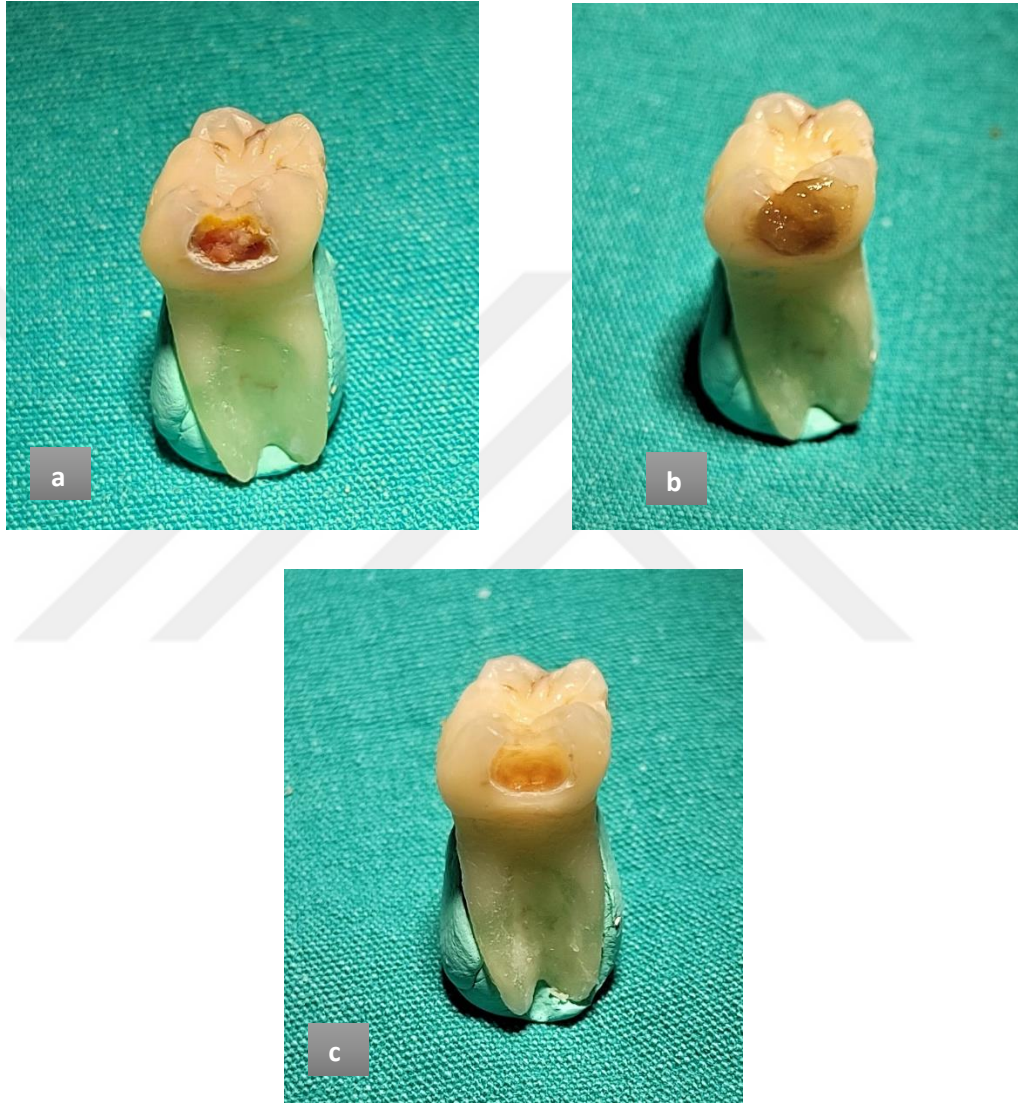
Şekil 2.2. Çalışmamızda kullanılan kemomekanik ajan BRIX-3000

Dişlerdeki dentin çürüğü International Caries Consensus Collaboration (ICCC) tarafından önerilen çürük uzaklaştırma yöntemlerinden ‘Sıkı Dentine Kadar Seçici Kaldırma’ yöntemi ile temizlenmiştir (Çizelge 2.4). Buna göre, pulpal olarak köselemsi dentin bırakılmış; kavite kenarları kontrol edildiğinde direnç duygusuyla karşılaşmıştır (Schwendicke, 2018).

Çizelge 2.4. ICCC'nin kavitelerde çürük uzaklaştırma için önerdiği yöntemler ve açıklamaları (Frencken, 2018)

Uzaklaştırma Yöntemi	Açıklama
Sert dentine kadar seçici olmayan kaldırma:	Kavitenin tüm kısımlarında çürük doku periferik ve pulpal olarak tamamen uzaklaştırılır. Sadece sert dentin bırakılır böylece bakteriler tamamen uzaklaştırılır. Bu yöntem aşırı müdahale olarak kabul edilir ve artık savunulmamaktadır.
Sıkı dentine kadar seçici kaldırma:	Pulpal olarak 'köselemsi' dentin bırakılır; bir el ekskavatörü ile çürük çıkarıldıktan sonra kavite kenarları kontrol edildiğinde direnç duygusuyla karşılaşılır. Bu yöntem her iki dişlenme döneminde sıg veya orta derecede derin kavitelerde tercih edilir (yani, radyografik olarak dentinin pulpal 1/3ünden veya çeyreğinden daha az derinlikteki lezyonlar). Daha derin lezyonlarda pulpa için önemli riskler taşır, bu nedenle diğer stratejiler dikkate alınmalıdır.
Yumuşak dentine kadar seçici kaldırma:	Derin kavitelerde (yani, dentin pulpal üçüncü veya çeyreğine uzanan) önerilir. Pulpa ekspozunu önlemek için yumuşak çürük doku bırakılarak pulpa sağlığı korunur; periferik mine ve dentin dayanıklı bir restorasyonun yerleştirilmesi için hazırlanır. Bu yöntem, ilk iki yöntem ile karşılaştırıldığında pulpa ekspozu riskini önemli ölçüde azaltır.
Stepwise ekskavasyon:	İlk randevuda pulpanın üzerinde yumuşak çürük doku bırakılırken, periferik çürük dentin lezyonun tam ve dayanıklı bir şekilde kapanmasını sağlamak için sert dentine kadar kaldırılır. 12 aya kadar dayanacak bir geçici restorasyon yerleştirilir. Bu geçici restorasyonun kaldırılmasının ardından, sıkı dentine kadar seçici kaldırma yöntemi ile uzun ömürlülüğü amaçlayan daimi restorasyon yerleştirilir. Bu teknik daha önce 'iki aşamalı ekskavasyon' olarak biliniyordu.

Görsel ve dokunsal kriterlere göre çürük yok skoru verilince işlem tamamlanmıştır. Kavitede kalan jel hava su spreyi ile yıkanmıştır (Şekil 2.3). Çürük temizliğinin başlangıcından bitişine kadar olan süre kronometre ile kaydedilmiştir.



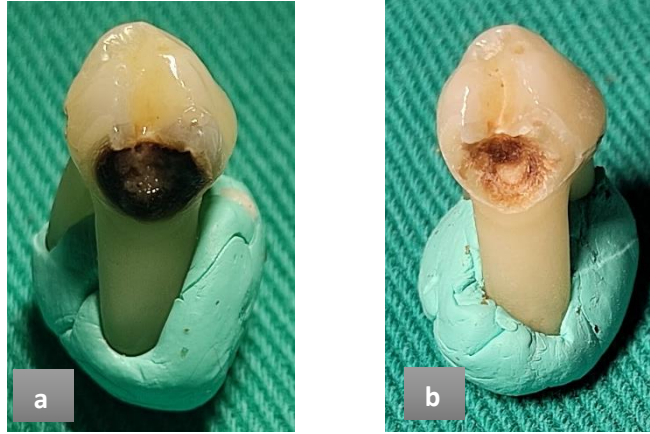
Şekil 2.3. a. BRIX-3000 ile çürük temizliği yapılacak gruba dahil edilen süt ikinci molar dişin görüntüsü **b.** BRIX-3000 uygulanması **c.** BRIX-3000 ile çürüğü temizlenmiş süt ikinci molar dişin görüntüsü

2.2. Atravmatik Restoratif Tedavi Yöntemi ile Çürük Temizlenen Grup

Kaşık şekilli ve çapları 1.5 mm olan keskin ekskavatörler (671/2. Medesy, ITALY) (Şekil 2.4) ile mine-dentin birleşiminden kavite tabanına doğru dairesel hareketlerle çürük temizliği yapılmıştır (Şekil 2.5). Bu işleme görsel ve dokunsal olarak çürük yok skoru verilene kadar devam edilmiştir. Çürük temizliğinin başlangıcından bitişine kadar olan süre kronometre ile kaydedilmiştir.



Şekil 2.4. Çalışmamızda ART uygulanan grupta kullanılan ekskavatör



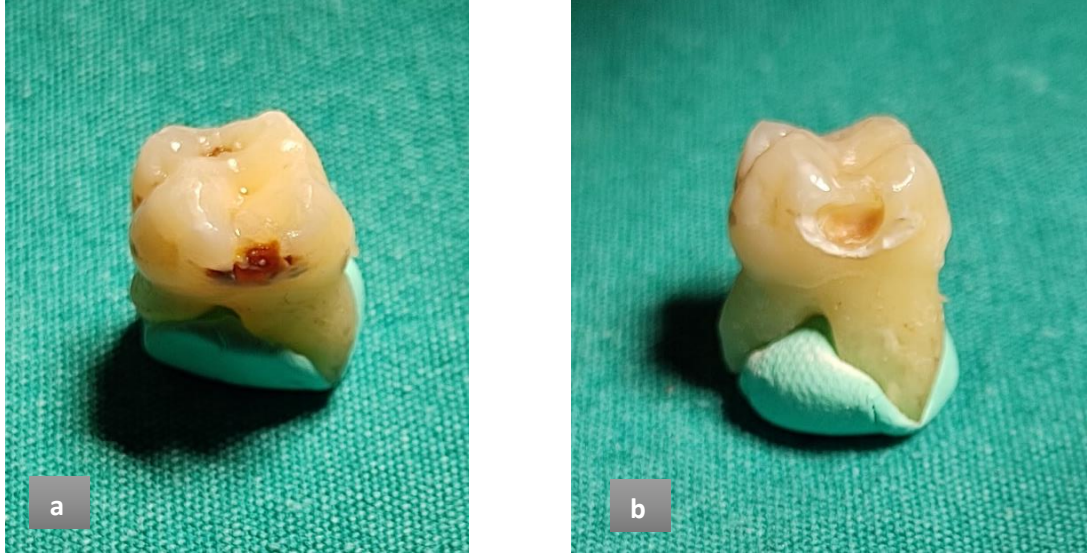
Şekil 2.5. a. ART yöntemi ile çürük temizliği yapılacak gruba dahil edilen süt birinci molar dişe ait görüntü b. ART yöntemi ile çürüğü temizlenmiş süt birinci molar dişe ait görüntü

2.3. Geleneksel Yöntem ile Çürük Temizlenen Grup

Geleneksel yöntem ile çürük temizleme işlemi için 35.000 rpm hızda düşük hızlı döner alet (KaVo intramatic 20 ES; Kavo Dental GmbH, Biberach, Germany) ve tungsten karbid frez (HM1S 016, Meisinger, Germany) kullanılmıştır (Şekil 2.6). Her iki dişte bir frez değiştirilmiştir. Hava spreyi ile kavite yüzeyi enfekte dentin artıklarından arındırılmış ve keskin olmayan bir ekskavatör ile kavite tabanı kontrol edilmiştir. Görsel ve dokunsal kriterlere göre çürük yok skoru verilene kadar çürük temizleme işlemi yapılmıştır (Şekil 2.7). Çürük temizliğinin başlangıcından bitişine kadar olan süre kronometre ile kaydedilmiştir

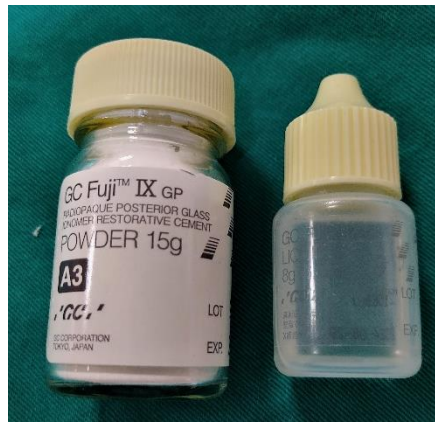


Şekil 2.6. Çalışmamızda kullanılan düşük hızlı döner alet ve tungsten karbid frez.



Şekil 2.7. a. Geleneksel yöntem ile çürük temizliği yapılacak gruba dahil edilen süt ikinci molar dişin görüntüsü **b.** Geleneksel yöntem ile çürüğü temizlenmiş süt ikinci molar dişin görüntüsü

Çürük temizlendikten sonra gruplardaki tüm dişler yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olan FUJİ-IX (GC, Europe NV, Leuven, Belçika) (Şekil 2.8) ile restore edilmiştir. Kalan dentin yüzeyinin mineral yoğunluğunu değerlendirmek amacıyla Mikro Bilgisayarlı Tomografi cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.9). Kullanılan materyallerin ticari adı ve üretici firmaları çizelge 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Çalışmamızda kullanılan cam iyonomer siman



Şekil 2.9. Çalışmamızda kullanılan Mikro-BT cihazı

Çizelge 2.5. Çalışmamızda kullanılan materyallere ait özellikler

Yöntem	Ticari Ad	Üretici Firma
ART	EKSKAVATORN.2, 671/2 LOT: ZEE1200206	MEDESY ITALY
Kemomekanik Yöntem	BRIX-3000 LOT: L27V10/20	BRİX S.R.L., ARJANTİN
Düşük Hızlı Döner Alet	KaVo İNTRAMATIC 20 ES	Kavo Dental, GmbH, BİBERACH, GERMANY
Tungsten Karbit Frez	HM1S 016 REF:500204001003016 LOT:B85918	Meisinger, Hager & Meisinger, Düsseldorf, GERMANY
Cam İyonomer Siman	FUJI-IX	GC, Europe NV, Leuven, Belçika
Mikro-BT	Bruker, SkyScan 1275 X-ray microtomography	Antwerp, BELÇİKA

2.4. Mikro-BT ile Çürük Temizleme Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Örneklerin taranmasından önce $0,25 \text{ gr/cm}^3$ ve $0,75 \text{ gr/cm}^3$ iki farklı mineral yoğunluğa sahip 8 mm çaplı iki konik kalsiyumhidroksiapatit kristalinden elde edilmiş hidroksiapatit fantomları (HAP) (Skyscan, Kontich, Belçika) kullanılarak CTAn (versiyon 1.6.9.4., Skyscan, Kontich, Belgium) yazılımında Dentin Mineral Yoğunluğu (DMY) hesaplarında kullanılacak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Kullanılan fantomların görüntüsü Şekil 2.10'da verilmiştir.

HAP fantomları cihazın tarayıcı bölmesine yerleştirilmiştir. 80 kvp, 125 mikroamper (mA) ve 26 mikro metre/piksel boyutla taranmış ve tarama esnasında detektörün önünde 1 mm alüminyum filtre yerleştirilerek çalışmada kullanılan Mikro-BT'nin (Skyscan 1275, Skyscan, Kontich, Belgium) ürettiği düşük enerjili X-ışınları elimine edilmiştir. Mikro-BT'nin rotasyon basamağı $0,2^\circ$ ayarlanmış ve her bir örnek 360° derece rotasyonlu tarama yapılacak şekilde toplamda 1801 adet 2 boyutlu aksiyel projeksiyonları elde edilmiştir. HAP fantomlarının bu tarama aşamasından sonraki rekonstrüksiyonları üreticinin sağladığı NRecon (NRecon versiyon 1.6.9, Skyscan, Kontich, Belgium) yazılımı ile yapılmıştır. Rekonstriksiyon sırasında ışık sertleşme oranı %49, halka artifact redüksiyonu 7, smooting 3 olarak ayarlanmıştır.



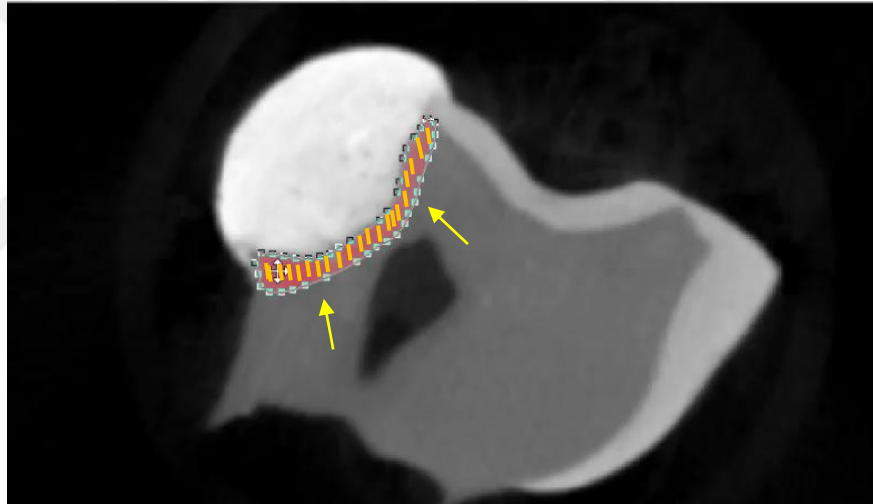
Şekil 2.10. 8 mm çaplı hidroksiapatit fantomları

Tarama sırasında oluşabilecek halka artifaktını düzeltebilmek ve cihazın güç hesaplamalarını doğru yapabilmesi için her bir tarama öncesinde düz alan düzeltme (Flat Field Correction) uygulanmıştır. Taramaların ardından elde edilen görüntüler kesitler halinde görülebilmesi için yukarıda belirtilen değerler ile NRecon (versiyon 1.6.9.4., Skyscan, Kontich, Belgium) programı kullanılarak yeniden yapılandırılmıştır.

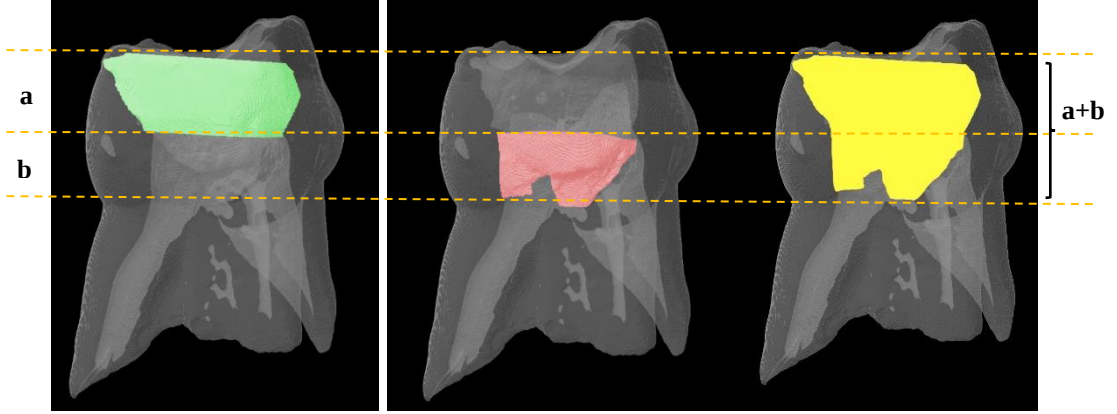
2.4.1. Örneklerin Taranması ve Rekonstrüksiyonu

50 adet örnek; parametreler HAP fantomların taranması ile aynı olacak şekilde 80 kvp, 125 mA ve 26 mikro metre/piksel boyutla taranmış, tarama esnasında detektörün önünde 1 mm alüminyum filtre yerleştirilmiş, rotasyon basamağı $0,2^\circ$ olarak ayarlanmış, her biri 49 milisaniye maruziyete kalacak şekilde 3 frame ve her bir örnek 360° rotasyonlu tarama yapılacak şekilde belirlenmiştir. Daha sonra NRecon yazılımı kullanılarak taranmış her bir dişin ayrı ayrı rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Dişler, tüm diş görüntülenecek biçimde taranmıştır.

Rekonstrüksiyon sırasında ışık sertleşme oranı, halka artifakt redüksiyon, smooting, frame avering her bir örnek için bireysel olarak optimum değere ayarlanmıştır. Ham verilerin rekonstrüksiyonu sonucu 8 bit gri değer imajları elde edilmiştir. NRecon kullanılarak rekonstrükte edilen 8 bit gri görüntüler CTAn yazılımına aktarılmıştır. CTAn yazılımında, her bir örneğin kavite sınırları tespit edilerek, analizin yapılabilmesi için üst ve alt sınırlar belirlenmiştir ve arada kalan görüntülerden kavite alanları belirlenerek Region of Interest (ROI) seçilmiştir (Şekil 2.11). Elde edilen toplam kesitlerin servikal alandaki yarısı ‘servikal değer’i; okluzal alandaki yarısı ‘okluzal değer’i ve tüm kesitler ‘toplam değer’i oluşturmuştur (Şekil 2.12).



Şekil 2.11. Kavite sınırlarından ROI seçimi. Taranmış bölge ROI seçim alanını ifade etmektedir ve oklar ile gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Kavite tabanının okluzal yarımındaki kesitlerin şematik görüntüsü (a), kavite tabanının servikal yarımındaki kesitlerin şematik görüntüsü (b), tüm kesitlerin şematik görüntüsü (a+b)

2.4.2. Taranmış Örneklerin Dentin Mineral Yoğunluğu Ölçümleri ile Çürük Temizleme Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Çürük temizleme etkinliği, çürük uzaklaştırıldıktan sonra kavite tabanının dentin mineral yoğunluğu (DMY) ile değerlendirilmiştir. Manuel olarak belirlenen ROİ'ler sadece kaviteyi içine alacak şekilde ayarlanmıştır. Diğer bölgeler ise ROİ seçiminin dışında bırakılmıştır. ROİ'lerin hazırlanmasından sonra ortalama gri değer ve yoğunluk analizlerinin yapılabilmesi için ROİ'ler orijinal görüntüden çıkarılmıştır. CTAn programı ile yapılan çıkarma işlemi sonrasında sadece incelemek istediğimiz alan kalacak şekilde görüntü elde edilmiştir. Seçilen ROİ'ler daha sonra CTAn programı aracılığıyla DMY hesaplamaları yapılmıştır. Mineral yoğunlukları HAP kalibrasyon fantomları yardımıyla oluşturulan kalibrasyon eğrisi kullanılarak program tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır. Daha sonra ROİ'lerin yoğunlukları karşılaştırılmıştır.

2.5. SEM-EDX Değerlendirmesi

Çalışmamızın ikinci kısmı için tekrar güç analizi yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda etki boyutu $d=1$ iken %80 güçte $\alpha=0,05$ için her bir grupta 5 diş olmak üzere örneklem boyutu toplam 15 diş olarak belirlenmiştir.

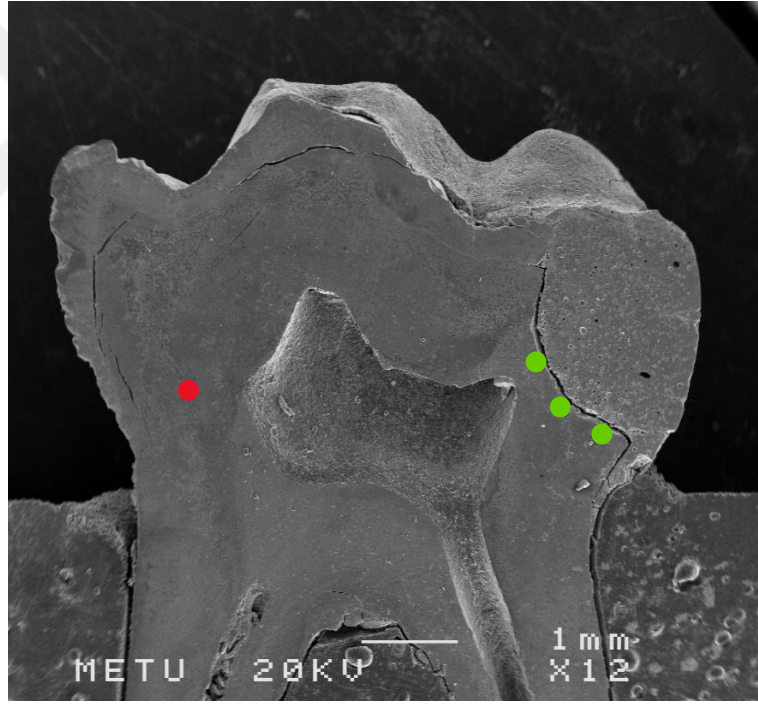
2.5.1. SEM-EDX Örneklerinin Hazırlanması ve Analizi

15 adet süt molar diş soğuk akril bloklara (Kemdent, England) gömülmüştür. Düşük hızlı testere (Microcut, Metkon, Bursa) ile meziodistal yönden, bukkal ve lingual olarak eşit iki parçaya ayrılmıştır. Elde edilen parçalardan bir tanesi SEM-EDX değerlendirmesi için bir örnek olmuştur (Şekil 2.13). Her bir örnek 1000, 1200, 1500, 2000, 2500 ve 3000 gridlik kağıt zımparalarla sulu bir şekilde zımparalanmıştır. %96'lık etanol solüsyonu (Isolab Chemicals) içerisinde 16 saat bekletildikten sonra 60 °C'de etüvde 30 dakika bekletilerek dehidrate edilmiştir.



Şekil 2.13. SEM-EDX analizi için hazırlanmış örnekler

Dehidratasyon işleminden sonra alüminyum bloklar üzerine yerleştirilen örnekler sputter coating yöntemiyle yaklaşık 10 nm kalınlığında altınla kaplanmıştır. Altın kaplanmış örneklerin ODTÜ Metalurji Mühendisliği SEM Araştırma Labotuarında JEOL marka JSM-6400 model mikroskopta 20 kV hızlandırıcı voltaj ile çekimleri yapılmıştır. Kavitenin pulpaya en yakın yüzeyindeki üç ayrı noktadan ve kavitenin tam karşıt tarafındaki sağlam dentinin mine-dentin birleşiminden pulpaya kadar olan mesafenin tam orta noktasından SEM-EDX ölçümü yapılmıştır (Şekil 2.14). Çürük temizliği ardından yüzeyde meydana gelen değişimler ile ilgili bir belirteç olması sebebiyle diş yüzeyindeki kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum gibi elementler ağırlık ve atomik yüzde şeklinde ölçülmüştür.



Şekil 2.14. SEM-EDX analizi yapılan bölgeler. Kavite tabanının en derin bölgesinden seçilen üç noktadan (yeşil noktalar) ve aynı dişlerin çürüksüz yüzeyindeki tek bir noktadan (kırmızı nokta) analiz yapılmıştır.

2.6. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 22 paket programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Normal dağılan üç ve daha fazla gruplar arasındaki karşılaştırmalarda tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Normal dağılmayan, ikili gruplar arasındaki karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi, üç ve daha fazla gruplar arasındaki karşılaştırmalarda Kruskal Wallis-H testi kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodu (Ortalama, Medyan, Standart Sapma, Minimum-Maximum) kullanılmıştır.

Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup, $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı bir farklılığın/ilişkinin olduğu; $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı farklılığın/ilişkinin olmadığı belirtilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmamız kapsamında orta derinlikte arayüz çürüğüne sahip 50 adet süt molar dişe üç farklı çürük temizleme yöntemi uygulanarak çürük temizleme etkinlikleri incelenmiştir.

Çalışmamızın bulguları; farklı çürük temizleme yöntemleri ile çürüğün uzaklaştırılması için geçen sürelerin karşılaştırılmasına ait bulgular, çürük temizliği sonrası dentin yüzeyinden Mikro-BT yöntemi ile ölçülen ortalama dentin mineral yoğunluğu değerlerine ait bulgular ve SEM-EDX ile yapılan element analizine ait bulgular olmak üzere 3 ana başlıkta sunulmuştur.

3.1. Farklı Çürük Temizleme Yöntemleri ile Çürüğün Uzaklaştırılması İçin Geçen Sürelerin Karşılaştırılmasına Ait Bulgular

Çürük temizliği işleminin başlangıcından kavitede çürük kalmadığına emin olununcaya kadar geçen süre tüm gruplarda kaydedilmiştir ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3.1’de sunulmuştur. Çürük temizleme süresi BRIX-3000 grubunda ortalama 9.17 dakika, ART grubunda ortalama 2.82 dakika, geleneksel yöntem grubunda ise ortalama 0.95 dakika bulunmuştur. Gruplar arasında çürük temizleme süreleri açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. BRIX-3000 grubunda çürük temizleme süresi hem ART hem de geleneksel yöntem grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). ART grubunda çürük temizleme süresi ise geleneksel yöntem grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 3.1. Gruplar arasındaki çürük temizleme sürelerinin dağılımı ve tek yönlü ANOVA testi çizelgesi (Ort.: ortalama, Ss.: standart sapma)

	Çürük Temizleme Süresi						Tek yönlü ANOVA analizi		
	n	Ort.	Medyan	Minimum	Maksimum	Ss.	İkili Karşılaştırma	p	F
BRIX-3000	17	9,17	9,01	7,65	11,3	0,88	1-2 1-3 2-3	0,0001*	614,67
ART	17	2,82	2,51	1,8	4,45	0,77			
Geleneksel Yöntem	16	0,95	0,86	0,58	1,83	0,34			

*p<0,05 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.

3.2. Çürük Temizliği Sonrası Dentin Yüzeyinden Mikro-BT Yöntemi ile Ölçülen Ortalama Dentin Mineral Yoğunluğu Değerlerine Ait Bulgular

Çalışma gruplarındaki çürük temizleme yöntemlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla kavite tabanındaki tüm kesitlerden ölçülen ortalama dentin mineral yoğunluğu değerleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. Buna göre BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarında sırasıyla ortalama $1,72 \pm 0,14$; $1,79 \pm 0,12$; $1,66 \pm 0,15$ g/cm³ değerleri elde edilmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

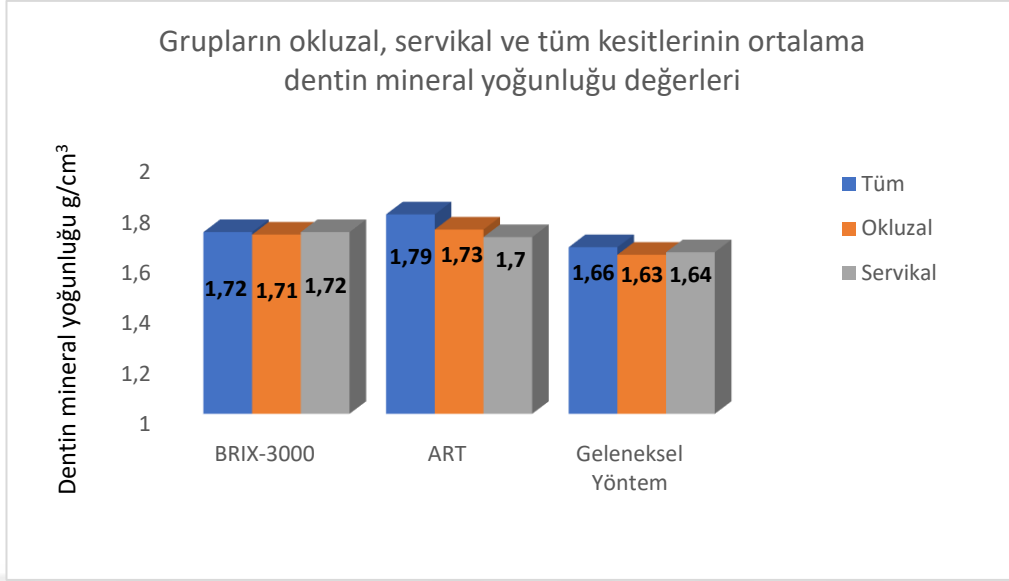
Çizelge 3.2. Çalışma gruplarında kavite tabanındaki tüm kesitlerden ölçülen ortalama dentin mineral yoğunluğu değerleri ve Kruskal Wallis-H Testi çizelgesi (Ort.: ortalama, Ss.: standart sapma)

	Dentin Mineral Yoğunluğu (g/cm ³)						Kruskal Wallis H Testi		
	n	Ort.	Medyan	Minimum	Maksimum	Ss.	Sıra Ort.	H	p
BRIX-3000	17	1,72	1,75	1,47	1,98	0,14	24,82	5,16	0,08
ART	17	1,79	1,79	1,57	1,97	0,12	31,41		
Geleneksel Yöntem	16	1,66	1,71	1,33	1,82	0,15	19,94		

Gruplardaki çürük temizliği yapılmış dişlerin okluzal, servikal ve tüm kesitlerindeki ortalama dentin mineral yoğunluğu değerleri Çizelge 3.3'te ve Şekil 3.1'de gösterilmiştir. BRIX-3000 grubunun; okluzal, servikal ve tüm kesitlerinin ortalama dentin mineral yoğunlukları sırasıyla $1,71 \pm 0,14$; $1,72 \pm 0,14$; $1,72 \pm 0,14$; olarak bulunmuştur. ART grubunun; okluzal, servikal ve tüm kesitlerinin ortalama dentin mineral yoğunlukları sırasıyla $1,73 \pm 0,22$; $1,70 \pm 0,24$; $1,79 \pm 0,12$; olarak bulunmuştur. Geleneksel yöntem grubunun; okluzal, servikal ve tüm kesitlerinin ortalama dentin mineral yoğunlukları sırasıyla $1,63 \pm 0,21$; $1,64 \pm 0,17$; $1,66 \pm 0,15$; olarak bulunmuştur. Her üç grubunun kendi içinde okluzal, servikal ve tüm kesitlerin ortalama dentin mineral yoğunluğu karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Çizelge 3.3 Okluzal, servikal ve tüm kesitlerdeki ortalama dentin mineral yoğunluğu değerlerinin gruplara göre dağılımı ve Kruskall Wallis H testi analizi çizelgesi (Ort.: ortalama, Ss.: standart sapma)

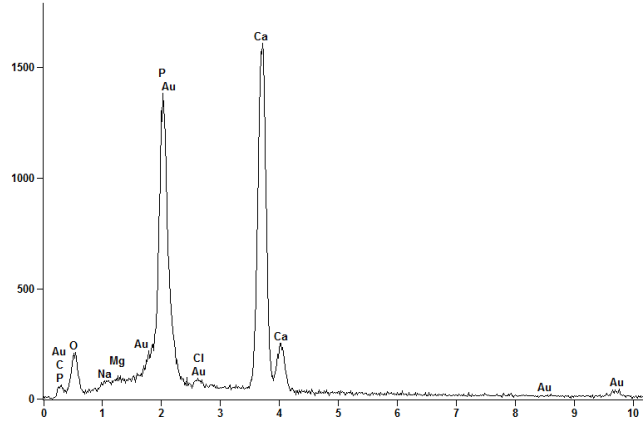
		Dentin Mineral Yoğunluğu (g/cm ³)						Kruskall Wallis H Testi		
		n	Ort.	Medyan	Minimum	Maksimum	Ss.	Sıra Ort.	H	p
BRIX-3000	Okluzal	17	1,71	1,69	1,39	1,98	0,14	25,47	0,06	0,97
	Servikal	17	1,72	1,72	1,49	1,93	0,14	25,82		
	Tüm	17	1,72	1,75	1,47	1,98	0,14	26,71		
ART	Okluzal	17	1,73	1,78	1,01	1,94	0,22	25,53	1,01	0,6
	Servikal	17	1,70	1,72	1,18	2,04	0,24	23,71		
	Tüm	17	1,79	1,79	1,57	1,97	0,12	28,76		
Geleneksel Yöntem	Okluzal	16	1,63	1,68	1,0	1,84	0,21	24,28	0,24	0,89
	Servikal	16	1,64	1,69	1,21	1,88	0,17	23,41		
	Tüm	16	1,66	1,71	1,33	1,82	0,15	25,81		



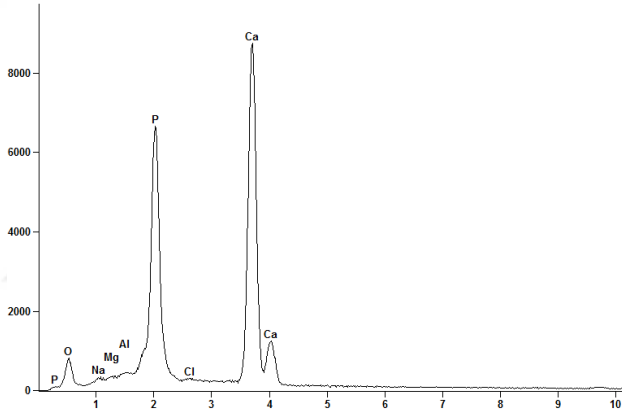
Şekil 3.1. Farklı yöntemlerle çürük temizliği yapılan gruplardaki okluzal, servikal ve tüm kesitlerdeki ortalama dentin mineral yoğunluklarının dağılımı

3.3. SEM-EDX ile Yapılan Element Analizine Ait Bulgular

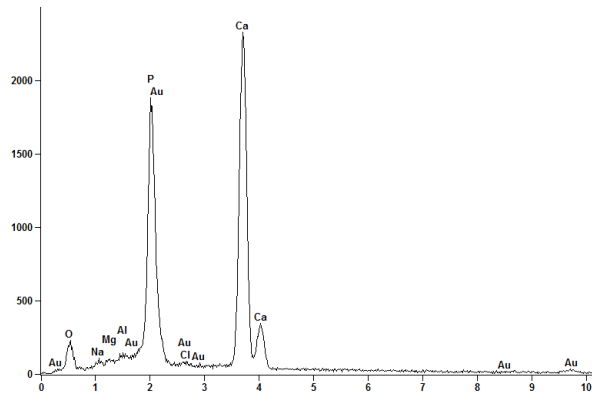
BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarından yapılan SEM-EDX analizinde tespit edilen elementlerden Ca, P, Mg ve Na elementleri ve Ca/P oranı istatistiksel analize tabi tutulmuş; Al, Cl, Si ve F gibi eser elementler analiz dışı bırakılmıştır. Farklı yöntemlerle çürük temizliği yapılan gruplardan SEM-EDX analizine ait örnekler Şekil 3.2’ de sunulmuştur.



BRIX-3000	Ağırlık (%)	Atomik (%)
Na	0.87	1.39
Mg	0.46	0.69
P	28.62	33.81
Cl	1.22	1.25
Ca	68.83	62.85



ART	Ağırlık (%)	Atomik (%)
Na	1.75	2.76
Mg	1.24	1.85
P	26.63	31.15
Al	1.20	1.62
Cl	0.76	0.78
Ca	68.41	61.84



Geleneksel Yöntem	Ağırlık (%)	Atomik (%)
Na	1.74	2.73
Mg	0.98	1.45
Al	1.23	1.64
P	28.97	33.73
Cl	0.56	0.57
Ca	66.52	59.87

Şekil 3.2. BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarından rastgele seçilen birer örneğin SEM-EDX analizi sonucunu gösteren grafikler

3.3.1. Çürük Temizliği Yapılan Gruplardaki Ağırlıkça Ortalama Ca, P, Mg, Na ve Ca/P Değerlerinin Karşılaştırılması

Gruplardaki ağırlıkça ortalama %Ca, %P, %Mg, %Na değerleri ve Ca/P oranı Çizelge 3.4’te gösterilmiştir ve aralarında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 3.4. Gruplar arasındaki %Ca, %P, %Mg, %Na değerlerinin ve Ca/P oranının dağılımı ve Kruskal Wallis-H Testi çizelgesi (Ort: ortalama, min.: minimum, maks.: maksimum, Ss.: standart sapma)

								Kruskall Wallis H Testi		
		n	Ort.	Medyan	Min.	Maks.	Ss.	Sıra Ort.	H	p
%Ca (Ağırlık)	BRIX-3000	5	65,6	67,86	56,21	70,83	6,01	8,2	0,62	0,73
	ART	5	65,75	67,77	60,18	70,8	4,52	6,80		
	Geleneksel Yöntem	5	65,73	70,28	53,85	71,27	7,44	9,0		
%P (Ağırlık)	BRIX-3000	5	25,34	26,27	20,0	27,41	3,04	8,8	3,12	0,21
	ART	5	23,79	25,03	16,97	26,18	3,84	5,2		
	Geleneksel Yöntem	5	26,03	27,16	21,81	28,46	2,65	10,0		
%Mg (Ağırlık)	BRIX-3000	5	0,55	0,55	0,24	0,95	0,27	8,6	0,18	0,91
	ART	5	0,48	0,4	0,1	1,17	0,41	7,4		
	Geleneksel Yöntem	5	0,62	0,37	0,19	1,15	0,44	8,0		
%Na (Ağırlık)	BRIX-3000	5	1,6	1,62	0,98	2,3	0,51	7,4	0,38	0,83
	ART	5	1,84	1,8	1,11	2,48	0,5	9,0		
	Geleneksel Yöntem	5	1,77	1,38	0,8	3,11	1,06	7,6		
Ca/P	BRIX-3000	5	2,57	2,58	2,25	2,87	0,24	8,1	0,22	0,9
	ART	5	2,58	2,64	2,4	2,71	0,16	8,6		
	Geleneksel Yöntem	5	2,53	2,53	2,47	2,58	0,05	7,3		

3.3.2. Çürük Temizliği Yapılan Gruplardaki SEM-EDX Analizinin Kavite Tabanı ve Sağlam Dentin Karşılaştırmasına Ait Bulgular

Çalışma gruplarından yapılan SEM-EDX analizinde elde edilen Ca, P, Mg ve Na elementlerinin ağırlıkça yüzdesi ve Ca/P oranı kavite tabanı ve karşıt taraftaki çürüksüz sağlam dentin arasında karşılaştırılmıştır. %Ca değerleri açısından her üç çalışma grubunda da kavite tabanı ve sağlam dentin arasında anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,05$) %P değerleri açısından sağlam dentin yüzeyinde kavite tabanına göre anlamlı derecede daha yüksek ($p<0,05$) bulunmuştur. %Mg değerleri açısından BRIX-3000 ve ART grubunda kavite tabanında sağlam dentine göre daha düşük bulunurken ($p<0,05$) geleneksel yöntem grubunda anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). %Na değerleri açısından BRIX-3000 ve ART grubunda istatistiksel olarak anlamlı şekilde kavite tabanı sağlam dentine göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$), geleneksel grubunda ise anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). BRIX-3000 grubunda kavite tabanı ve sağlam dentin arasında Ca/P değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte sağlam dentinde Ca/P değerlerinin, kavite tabanına göre daha düşük olduğu görülmektedir. ART ve geleneksel yöntem gruplarında ise Ca/P oranı istatistiksel olarak anlamlı şekilde sağlam dentinde daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 3.5. BRIX-3000 grubunun kavite tabanı ve sağlam dentin alt gruplarının arasındaki %Ca, %P, %Mg ve %Na değerlerinin ve Ca/P oranlarının dağılımı ve Mann Whitney U Testi analizi çizelgesi (Ss.: standart sapma)

		BRIX-3000						Mann Whitney U Testi		
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	Ss.	Sıra Ort.	U	p
%Ca (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	65,60	67,86	56,21	70,83	6,01	5,8	11	0,75
	Sağlam Dentin	5	67,86	67,75	67,07	68,97	0,69	5,2		
%P (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	25,34	26,27	20,0	27,41	3,04	3,0	0	0,009*
	Sağlam Dentin	5	29,78	29,88	29,0	30,75	0,70	8,0		
%Mg (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	0,55	0,55	0,24	0,95	0,27	3,2	1	0,02*
	Sağlam Dentin	5	1,2	1,2	0,91	1,44	0,19	7,8		
%Na (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	1,6	1,62	0,98	2,30	0,51	7,6	2	0,03*
	Sağlam Dentin	5	0,97	0,93	0,9	1,1	0,08	3,4		
Ca/P	Kavite Tabanı	5	2,57	2,58	2,25	2,87	0,24	7,2	4	0,08
	Sağlam Dentin	5	2,28	2,26	2,18	2,36	0,07	3,8		

*p<0,05 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.

Çizelge 3.6. ART grubunun kavite tabanı ve sağlam dentin alt gruplarının arasındaki %Ca, %P, %Mg, %Na değerlerinin ve Ca/P oranının dağılımı ve Mann Whitney U Testi analizi çizelgesi (Ss.: standart sapma)

		ART						Mann Whitney U Testi		
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maksimum	Ss.	Sıra Ort.	U	p
%Ca (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	65,75	67,77	60,18	70,8	4,52	4,6	8	0,35
	Sağlam Dentin	5	68,22	68,43	66,86	69,5	0,97	6,4		
%P (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	23,79	25,03	16,97	26,18	3,84	3,0	0	0,009*
	Sağlam Dentin	5	29,11	29,1	28,5	29,55	0,44	8,0		
%Mg (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	0,48	0,4	0,1	1,17	0,41	3,4	2	0,03*
	Sağlam Dentin	5	1,3	1,38	1,05	1,51	0,22	7,6		
%Na (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	1,84	1,8	1,11	2,48	0,5	7,8	1	0,02*
	Sağlam Dentin	5	1,0	0,98	0,92	1,17	0,1	3,2		
Ca/P	Kavite Tabanı	5	2,58	2,64	2,4	2,71	0,16	7,6	2	0,03*
	Sağlam Dentin	5	2,34	2,34	2,26	2,43	0,06	3,4		

*p<0,05 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.

Çizelge 3.7. Geleneksel yöntem grubunun kavite tabanı ve sağlam dentin alt gruplarının arasındaki %Ca, %P, %Mg, %Na değerlerinin ve Ca/P oranının dağılımı ve Mann Whitney U Testi analizi çizelgesi (Ss.: Standart sapma)

		Geleneksel Yöntem						Mann Whitney U Testi		
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maksimum	Ss.	Sıra Ort.	U	p
%Ca (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	65,73	70,28	53,85	71,27	7,44	6,0	10	0,6
	Sağlam Dentin	5	67,96	67,56	67,06	69,25	0,99	5,0		
%P (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	26,03	27,16	21,81	28,46	2,65	3,2	1	0,017*
	Sağlam Dentin	5	29,92	29,9	28,4	30,95	1,01	7,8		
%Mg (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	0,62	0,37	0,19	1,15	0,44	5,0	10	0,6
	Sağlam Dentin	5	0,91	0,93	0,19	1,69	0,54	6,0		
%Na (Ağırlık)	Kavite Tabanı	5	1,77	1,38	0,8	3,11	1,06	6,2	9	0,47
	Sağlam Dentin	5	1,09	0,94	0,79	1,66	0,34	4,0		
Ca/P	Kavite Tabanı	5	2,53	2,53	2,47	2,58	0,05	8,0	0	0,009*
	Sağlam Dentin	5	2,27	2,24	2,16	2,42	0,11	3,0		

*p<0,05 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir.

4. TARTIŞMA

Çocuk diş hekimliğinde çürüklerin tedavisinde hastaların kooperasyonlarının kontrolü ve etkili çürük temizliğinin yapılması uzun zamandır araştırılan konulardan olmuştur. Çürük temizliğinde döner aletlerle frezlerin kullanımı, diş hekimleri tarafından yaygın olarak uygulanan geleneksel bir yöntemdir. Bu yöntemde ağrının kontrolü için anestezi gerekmekte ve doku hızlı bir şekilde uzaklaştırıldığından korunması istenen etkilenmiş dentin tabakası kaldırılabilir (Yip ve ark., 1998). Ayrıca süt molar dişlerde pulpa boynuzları dış yüzeye yakın olduğundan iatrojenik olarak pulpa açılması riski vardır (AAPD, 2012). Atravmatik Restoratif Tedavi (ART), Dünya Sağlık Örgütü tarafından 1994 yılında onaylanan, çürüğün enfekte tabakasının el aletleri ile uzaklaştırıldığı ve uygun bir materyal ile restorasyonunun yapıldığı bir yöntemdir. ART tekniği, çocuk hastalarda kabul edilebilirliği yüksek ve diş dokusuna karşı daha az travmatik olan bir tedavi yaklaşımı olarak kabul edilmektedir. FDI tarafından, 2012 yılında Minimal İnvaziv Diş Hekimliği Araştırma Komisyonu kurulmuş, çürüğünün uzaklaştırılması ve tedavisi için temel bir kılavuz yayınlanmıştır (Frencken ve ark., 2012). Bu kılavuzda ART tekniğinin kemomekanik yöntem ile çürük temizliğinden sonraki en etkili yöntem olduğu ifade edilmiştir. Ancak ART yönteminde ekskavatörün ulaşamadığı bölgelerde çürük bırakılması, fiziksel kuvvet uygulamaya bağlı olarak hekimin el yorgunluğu yaşaması gibi dezavantajlar meydana gelebilir (Çınar, 2005).

Çürüğün temizlenmesinde ses, titreşim, ağrı ve fazla doku uzaklaştırılması gibi dezavantajlardan kaçınmak için alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler air abrazyon, air polishing, sono-abrazyon, lazerler ve kemomekanik çürük temizleme ajanları uygulamalarıdır (Soni ve ark., 2015). Air abrazyon, air polishing, sono abrazyon ve ultrasonik çürük temizleme yöntemlerinin klinik kullanımı birçok dezavantaja sahiptir ve yaygın kullanım alanı bulamamışlardır (Banerjee ve ark., 2000b). Kemomekanik çürük temizleme yönteminin konservatif ve etkili bir yöntem

olduğu doğrulanmış ve tedavinin uzun sũreli başarısı konusunda kapsamlı araştırmalar yapılmıştır (Mathre ve ark., 2011).

Geleneksel řũrũk temizleme yũntemlerinde şoğunlukla frezler olmak ũzere mekanik yũntemler kullanılır ve bu yũntem œzellikle çocuklarda sıklıkla ağrı ve korkuya sebep olmaktadır. Lokal anestezi ile ağrı yũnetilebilse bile titreşim ve ses hastalara rahatsızlık vermeye devam etmektedir (NB Nagaveni, 2016). Ayrıca bu teknikler sağlıklı diş dokularını kolayca çıkarma veya sıcaklık artışı yoluyla pulpaya zarar verme riski taşır. Gũnũmũze kadar daha koruyucu olmak ve sadece geri dũnũřũmsũz hasara uğramış enfekte dentini ortadan kaldırmak amacıyla yeni yaklaşımlar tartışılmıştır. Bu koruyucu yaklaşımlarla tekrarlayan restoratif tedavilerin œnũne geşilmiş olur (Anegundi ve ark., 2012).

Kemomekanik řũrũk temizleme yũntemleri, enfekte dentin dokusunu yumuşatma prensibine gũre hareket eden sodyum hipoklorit bazlı ve enzim bazlı ajanlar olmak ũzere ikiye ayrılır. Enzim bazlı ajanlar anti-inflamatuvar œzellikleri sebebiyle daha az ağrılı ve daha etkili bir tedavi deneyimi sunar (Jingarwar MM., 2014). Geleneksel dũner aletlerle yapılan řũrũk temizliği sağlıklı dentin dokusunu korumayabilir bu nedenle kemomekanik ajanların kullanımı iyi bir alternatiftir. Ayrıca Papain enzimini içeren ajanların etkinliği sağlıklı dentinde bulunan alfa-1-antitripsin enzimi ile inhibe olur bũylece sadece denatũre olmuş kolajen liflerini bulunduran enfekte dentin tabakasından řũrũk uzaklaştırılır, sonuçta rejenerasyon yeteneğine sahip etkilenmiş dentin korunur (Santos ve ark., 2020).

Literatũrde birşok in vitro şalışmada enzim bazlı kemomekanik řũrũk uzaklaştırma ajanlarının şeşitli ağılardan değerlendirildiği gũrũlmektedir. řũrũk uzaklaştırma sũresi (Kumar ve ark., 2012), dentin yũzeyinde bakteriyel koloni varlığı (AlHumaid, 2020), dentin yũzeyinin mikrosertliği (Corrẽa ve ark., 2007), řũrũk

temizliği sonrası yapılan rezin restorasyonlarda rezin tag uzunluğu (Arora ve ark., 2012), çürük temizliği sonrası smear tabakası oluşumu (Somani R. ve ark., 2015) gibi parametreler değerdendirilmiştir. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğu Papacarie jeli üzerinde yürütölmüştür. Yakın tarihte piyasaya sürölen BRIX-3000 jeli ile ilgili çeşitli in vitro çalışmalar yapılmıştır. Santos ve ark. (2020) BRIX-3000, Papacarie ve geleneksel yöntemi çürük temizleme süresi ve Knoop mikrosertlik açısından değerdendirilmişlerdir. Bir başka çalışmada BRIX-3000 ve Carie-care materyalleri ile çürük temizlendikten sonra SEM değerdendirmesi ile smear tabakası varlığı araştırılmıştır (Thazhatheethil ve ark., 2021). Özellikle süt dişlerindeki orta derinlikteki çürüklerde kemomekanik ajanların etkinliği ve çürük temizliğinin ardından kalan dentin yüzeyinin değerdendirildiği çalışmaların varlığı literatürde hala azdır. Yaptığımız literatür taramasında BRIX-3000 jelinin süt dişlerinde kullanımının ART ve geleneksel yöntemin her ikisi ile karşılaştırılıp değerdendirildiği çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışmasında çürük temizliğinde klinisyenlere yol göstermek amacıyla in vitro ortamda süt dişlerinde BRIX-3000 jeli ile ART ve geleneksel yöntemlerin etkinliklerinin orta derinlikteki dentin çürüklerinde Mikro-BT ve SEM-EDX yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak değerdendirilmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü, 2019 yılında başlayan Covid-19 pandemisinde yapılacak diş tedavileri için aerosol üreten işlemlerin ek önlemlerle birlikte minimuma indirilmesini tavsiye etmiştir (Baghizadeh Fini, 2020). Diş hekimleri enfeksiyon kontrol stratejilerine aşınadır ancak yüksek düzeyde enfektif, hava yoluyla bulaşan bir virüsün patlak vermesinden sonra, ekstra koruyucu önlemlerin alınması gerektiği belirtilmiştir. Çürük lezyonlarının yönetimi sırasında aerosol oluşumunu azaltması sebebiyle kemomekanik ajanların kullanımı başarılı ve koruyucu bir yaklaşımdır (Eden ve ark., 2020). Geleceği belirsiz olan bu süreçte kemomekanik ajanların kullanımında bir artış olacağı öngörülmektedir.

Süt dişlerinde çürükten en fazla etkilenen yüzeyler okluzal yüzeyler ve aynı dişlerin ara yüzeyleridir (Martignon, 2010). Süt molar dişlerde geniş kontak alanı varlığı, çocukların diş ipi kullanmakta zorlanmaları ve süt dişlerindeki mine lezyonlarının dentine ulaşma hızının daimi dişlere göre iki kat daha fazla olması arayüz çürüklerinin yönetimini zorlaştırmaktadır (Allison ve ark., 2003). Süt dişlenmedeki tedavi edilmeyen arayüz çürükleri ve devamındaki diş kayıpları yer kayıplarına sebep olmakta ve daimi dişlenmede okluzyon problemlerine yol açmaktadır. (Lucas-Rincón ve ark., 2019). Kemomekanik çürük temizleme yöntemlerinin süt dişlerindeki etkinliklerinin değerlendirildiği diğer çalışmalara paralel olarak (Hafez ve ark., 2017; Sahana ve ark., 2016) çalışmamızda ara yüz çürüğüne sahip süt birinci ve ikinci molar dişler kullanılmıştır.

Çürük lezyonlarının hangi aşamada olduğunu belirlemek tedavi şeklini belirlemeye ve restoratif materyal seçimine yardımcı olduğundan hekimlere kolaylık sağlar. Bu anlamda çürük lezyonlarının büyüklüğünü belirlemede Mount ve Hume sınıflaması diş yapısını korumayı hedefleyen koruyucu diş hekimliği modelini teşvik etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Chaussain-Miller ve ark., 2003). Çalışmamızda orta büyüklükte ara yüz çürüğüne sahip olan Mount ve Hume sınıflamasında 2.2 skoruna uyan dişler kullanılmıştır.

Çalışmamıza başlamadan önce örneklem hacminin belirlenmesi amacıyla ‘Güç Analizi’ gerçekleştirilmiştir. Güç analizi ile belirli bir istatistiksel anlamlılık düzeyinde klinik etkiyi tespit etmek için gerekli olan en küçük örneklem büyüklüğü elde edilmektedir. Böylece gerçekte var olan bir klinik etkinin tespiti için uygun sayıda örnek üzerinde deney yapılmaktadır (Kalaycıoğlu ve ark., 2020). Yapılan güç analizinde çıkan $n=42$ değerinin üzerinde bir örneklem sayısında çalışmanın daha güvenilir sonuçlar vereceğini göz önünde bulundurarak her grupta en az 16 diş olacak şekilde örneklem sayısı toplamda 50 diş olarak belirlenmiştir.

İn vitro çalışmalarda kullanılacak dişlerde hidrasyonunun korunması kritiktir. Bu nedenle dişler genellikle bir solüsyonda saklanır (Habelitz, 2002). Çalışmamızda kullanılan dişlerin deney süresine kadar muhafaza edilmesi amacıyla Bittencourt ST ve ark. (2010) yaptıkları çalışmaya benzer olarak fizyolojik salin solüsyonu kullanılmıştır ve +4 °C' de bekletilmiştir.

Çürük temizliğinin standardizasyonu için literatürle uyumlu olarak şekilde tüm dişlerin çürük temizliğini tek bir uygulayıcı gerçekleştirmiştir (Corrêa ve ark., 2007). ART uygulanan grupta kullanılan ekskavatörler tek tiptir ve her kullanımdan önce tırnak testi ile keskinlikleri kontrol edilmiştir (Frencken, 2022). BRIX-3000 jeli üretici talimatlarına uygun olarak kaviteye taşınmış, iki dakika beklenmiş ve künt uçlu bir ekskavatör ile basınç uygulamaksızın çürük temizliği yapılmıştır (Abdelaziz ve ark., 2022). Bu işlem her bir örneğe üç kere tekrar edilerek standardizasyon sağlanmıştır. Geleneksel yöntemle çürük temizliğinde lezyon boyutu ile uyumlu olacak şekilde 016 numaralı tungsten karbit frez her iki dişte bir değiştirilerek kullanılmıştır. Çürük lezyonlarının tedavisinde minimal invaziv yöntemlerin etkili olduğu kanıta dayalı olarak gösterilmiştir (Schwendicke, 2018). ICCC'nin önerdiği sıkı dentine kadar seçici çürük kaldırma prensibinde çürük lezyonunun çevresi, restorasyonun optimal sızdırmazlığını sağlamak için sert dentine kadar çıkarılmalıdır. Kavitenin pulpaya bakan kısmında ise canlılığın korunması amacıyla sıkı dentin bırakılabilir (Ricketts ve ark., 2018). Bu protokole göre tez çalışmamızda sıkı dentine kadar seçici çürük kaldırma yöntemi uygulanmıştır.

Bu tez çalışmasında çürük temizliğinin sonlandırılması ve rezidüel çürük tespiti için altın standart olarak kabul edilen görsel ve dokusal değerlendirme kriterleri kullanılmıştır (Ismail, 2004). Bu değerlendirmede dentin yüzeyinin sertliği çürük temizliğinin bitirilmesi için temel bir kriterdir. Sond yüzeyde yapışmamalı ve geri çekme hissi vermemelidir (Neuhaus ve ark., 2009). Görsel ve dokusal çürük tespiti yöntemi birçok sistematik incelemeyle ve çalışmayla doğrulanmıştır (Ismail ve ark.,

2007; Macey ve ark., 2018). Sadasiva ve ark. (2019) göre, çürük tespitinin dokusal yöntemi, kalan dentin çürüklerini değerlendirmede çürük boyası kullanımı veya lazer floresansı kadar etkilidir. Ayrıca diş hekimliğinde kemomekanik çürük temizliği yöntemini kullanmanın en önemli amaçlarından biri mümkün olduğu kadar çok diş dokusunu korumaktır. Çürük tespit boyaları gibi bazı çürük tespit yöntemlerinin sağlam diş yapısının gereksiz yere çıkarılmasına neden olabileceği bilinmektedir (Unlu ve ark., 2010). Bu boyalar bakterileri değil daha az mineralize olan dentin matriksini boyamaktadır ve dentinin orta üçte birine veya daha derine uzanan çürük lezyonlarında pulpanın açığa çıkma riskinin artması nedeniyle rutin olarak kullanılmaması savunulmaktadır (Banerjee ve ark., 2003; McComb, 2000). Pulpa yakın bölgede ise mineral içerik daha az olduğundan boya daha geniş olan tübül ağzlarında içeri doğru penetre olmakta ve koyu bir boyanma gerçekleşmektedir (Ansari ve ark., 1999). Bu nedenle derin kavitelerdeki koyu renkli boyanmanın çürük veya mineral içeriğin azlığından kaynaklı olup olmadığı objektif olarak değerlendirilemeyeceğinden çürük tespit boyalarının derin çürüklerde kullanımı önerilmemektedir (Iwami ve ark., 2005). Her ne kadar sübjektif olsa da görsel ve dokusal değerlendirme kriterleri kolay erişilebilir olması nedeniyle güvenilir tanı araçlarına ulaşılamayan zamanlarda kullanılabilecek en iyi kılavuzdur (Innes ve ark., 2018). Tez çalışmamızda daha önceki çalışmalarda önerildiği gibi (Cederlund ve ark., 1999b; Splieth ve ark., 2001) köselemsi-sert bir dokuya ulaşıncaya veya dentin yüzeyi kontrol edildiğinde keskin bir tırmalama (scratching) sesi duyulunca çürük temizliği sonlandırılmıştır.

Çocuk diş hekimliğinde tedavi süresi, hastaların kooperasyonunu etkilemektedir. Çalışmamızda gruplardaki çürük uzaklaştırma süresi kronometre ile kaydedilmiş ve elde edilen değerler tüm gruplar için analiz edilmiştir. BRIX-3000 grubunda ortalama $9,17 \pm 0,88$ dk., ART grubunda ortalama $2,82 \pm 0,77$ dk., geleneksel yöntem grubunda ortalama $0,95 \pm 0,34$ dk. bulunmuştur. Tüm gruplar arasında çürük temizleme süreleri açısından anlamlı bir farklılık vardır ($p < 0,05$). BRIX-3000 grubunda çürük temizleme süresi, ART ve geleneksel yöntem grubuna göre anlamlı

derecede daha yüksek iken, ART grubunda çürük temizleme süresi geleneksel yöntem grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Alkhouli ve ark. (2020) BRIX-3000, %2,25'lik NaOCl jel ve tungsten karbit frez ile çürük temizliği yaptıkları in vivo çalışmalarında çürük temizliği sürelerini sırasıyla ortalama 5 dk., 6,40 dk. ve 1,60 dk. olarak bulmuşlardır. Buna göre geleneksel yöntem belirgin olarak daha az zaman gerektirmekte ancak kemomekanik ajanlar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Balachandran ve ark. (2020) geleneksel yöntem ile BRIX-3000 jeli karşılaştırdıkları “split-mouth” çalışmasında, BRIX-3000 jelin daha uzun çalışma süresi gerektirmesine rağmen daha az ağrıya neden olan, konforlu ve etkili bir minimal invaziv bir teknik olduğunu belirtmişlerdir. 30 hastanın 60 adet daimi molar dişleri üzerinde yapılan başka bir split mouth çalışmasında BRIX-3000 için geçen süre ortalama 7,93 dk., polimer frez için 1,66 dk. olarak bulunmuştur. BRIX-3000 jeli için 2 dk beklenmesinin süreyi artıran en önemli faktör olduğu belirtilmiştir (Duman ve ark., 2021). M. Inamdar ve ark. (2020) 45 tane hastanın okluzal yerleşimli derin çürüklü daimi molar dişleri üzerinde BRIX-3000, Carie-care ve Smart frezleri karşılaştırdıkları çalışmalarında sırasıyla ortalama 13,66 dk., 18,3 dk. ve 20,6 dk. değerlerini elde etmişlerdir. BRIX-3000 jeli için harcanan sürenin diğerlerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük olduğunu ve çürük temizliği açısından BRIX-3000 jelinin içlerindeki en iyi seçenek olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bir in vitro çalışmada sınıf 1 kaviteye sahip 60 adet daimi diş tungsten karbit frez, Papacarie jeli ve BRIX-3000 jeli ile temizlenmiş ve BRIX-3000 jelinin Papacarie'ye göre anlamlı derecede daha az süre gerektirdiği bulunmuştur (Santos ve ark., 2020).

Goomer ve ark. (2013) tarafından 6-10 yaş arası 80 çocuğun okluzal ve arayüz çürüklü 150 adet süt azı dişinin Carisolv™ jel, ART ve geleneksel yöntem ile tedavisinin karşılaştırıldığı klinik çalışmada tedavi sürelerinin sırasıyla $9,6 \pm 2,02$ dk., $6,9 \pm 1,72$ ve $3,37 \pm 1,11$ dk olduğu bildirilmiştir. Carisolv jeli ile çürük uzaklaştırma

süresinin, ART ve geleneksel yöntemle göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu bulunmuştur. Buna göre BRIX-3000 jeli değerlendirilmemiş olsa bile kemomekanik çürük temizleme ajanı ile ART ve geleneksel yöntemin karşılaştırılmasında çıkan bu sonuçlar bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Papacarie jel ve ART ile çürük temizliğinin gerektirdiği süre ve ağrı hissi açısından karşılaştırıldığı bir randomize kontrollü klinik çalışmada 4-8 yaş arası 50 çocuğun okluzal ve servikal dentin çürüklü süt azı dişlerine müdahale edilmiş ve çürük temizleme sürelerinin sırasıyla $5,8 \pm 1,2$ dk ve $4,8 \pm 1$ dk olduğu bildirilmiştir (Abdul Khalek ve ark., 2017). Araştırmacılar bu süre farklılığının, Papacarie jelin proteolitik etkisini gösterebilmesi için beklenen süreden ve jelin içerisinde bulunduğu enjektörden kaygılanan çocuk hastalara açıklama yapılmasından dolayı olduğunu ifade etmişlerdir.

Literatürde BRIX-3000 jeli ve ART tekniklerini uygulama süresi açısından karşılaştıran yalnızca bir çalışma bulunmuştur. Bu randomize kontrollü klinik çalışmada 3-9 yaş arası 20 çocuğun okluzal dentin çürüklü süt azı dişleri BRIX-3000 jeli ile ortalama 8,6 dakikada; ART tekniği ile 4,8 dakikada temizlenmiştir. BRIX-3000 için geçen sürenin ART tekniğine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu bildirilmiştir (de Souza ve ark., 2021). Bizim çalışmamızın sonuçları da yukarıda anlatılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. BRIX-3000 jeli grubunda çalışma süresinin anlamlı derecede daha fazla olması, jel uygulamasının ardından 2 dakika beklenmesi ve jel uygulamasının her dişe 3 defa tekrar edilmesi nedeniyle olduğunu; ART grubundaki çalışma süresinin geleneksel yöntem grubuna göre fazla olmasının ise ekskavatör kullanımına bağlı meydana gelen el yorgunluğu sebebiyle olduğunu düşünmekteyiz. Klinik kullanımda geleneksel döner alet kullanımından önce yapılan lokal anestezinin yeterli derinliğe ulaşması için beklenen süre BRIX-3000 jeli için beklenen süreyi tolere edebilir. Aynı zamanda BRIX-3000 jelinin çürüğün derinliğine bağlı olarak tek ya da iki seferde uygulanmasının da etkili bir çürük

temizliği yapabileceği göz önünde bulundurulduğunda toplam çalışma süresinin azalabileceğini düşünmekteyiz.

Diş sert dokularının mineral içeriği mekanik özelliklerle bağlantılıdır. Çürük temizliği sonrası dişin mineral içeriğini belirlemek demineralizasyon derecesini tespit etmek için yol gösterici olmaktadır. Bu nedenle diş çürüğü araştırmalarında mineral yoğunluğun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Pugach ve ark., 2009). Bunun için doğrudan kimyasal analiz, transvers mikroradyografi, Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi ya da polarize mikroskopi yöntemleri kullanılabilir. Ancak bu teknikler örneklerin tahrip olmasına ve deney süresinin uzamasına neden olmaktadır (Wong ve ark., 2004). Bunun yanında mikro bilgisayarlı tomografi yöntemi bir örneğin tahribatsız ve üç boyutlu görüntülenmesi ile kesitsel incelemeye olanak verdiği için çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde farklı çürük temizleme yöntemlerinin etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda (Neves Ade A., 2010; Willmott ve ark., 2007; Zhang ve ark., 2013) dentin mineral yoğunluğu ölçümü yapılmasından dolayı biz de tez çalışmamızda bu yöntemi tercih ettik.

Mikro-BT kullanımının en büyük dezavantajları teknik hassasiyet gerektirmesi, pahalı bir yöntem olması ve örneklerin görüntülenmesinin zaman almasıdır (Grande ve ark., 2012). Kavite tabanından alınan kesitlerden yapılan mineral yoğunluğu ölçümlerinde kesit sayısının azalmasının işlem süresini ve dolayısıyla maliyeti azaltacağını öngördüğümüzden araştırmacılara fikir vermesi amacıyla kavite tabanından alınan farklı kesit sayılarında ölçümler yaptık. Kavitenin servikal veya okluzal yarımından yapılan ölçümlerin tüm kavite tabanının ortalama mineral yoğunluğuna karşılık gelip gelmediğini araştırdık.

Sağlıklı ve çürük dentinin mineral yoğunluğu hesaplamalarında dokunun organik içeriği, dentin tübüllerinin sayısı ve çapı gibi parametrelerin hesaba katılması önerilmiştir. Bununla birlikte Mikro-BT cihazının sensör özellikleri, x-ışını spektrumu, ışın sertleşme düzeltmesi, filtreleme veya kesit hacmi gibi değişkenler farklı sonuçlara sebep olabilmektedir (Zou ve ark., 2009). Bu nedenle literatür taramasında sağlıklı ve çürük dentinin mineral yoğunluğu değerlerinde farklılıklara rastlanmaktadır. Hayashi-Sakai ve ark. (2019) süt molar dişlerin dentin mineral yoğunluğunu maksilla ve mandibulada sırasıyla ortalama 1.43 g/cm³ ve 1.45 g/cm³ olarak bildirirken Willmott ve ark. (2007) ise 1,27 ve 1,77 g/cm³ aralığında bir değer olarak ölçmüşler ve ortalama değerin 1,42 g/cm³ olduğunu bildirmişlerdir. Neves Ade ve ark. (2011) ise daimi dişler üzerinde yaptıkları çalışmada bu değeri 1,11 g/cm³ olarak belirtmişlerdir. Enfekte dentin dokusunun mineral yoğunluğu konusunda yapılan araştırmalarda ise Kinney ve ark. (1994) 0,55 g/cm³ değerini bildirirken Neves Ade ve ark. (2010) bu değerin 0,27g/cm³ olduğunu bildirilmişlerdir.

Willmott ve ark. (2007) 10 adet süt birinci molar diş üzerinde geleneksel döner alet yöntemi ile çürük temizliği yaptıktan sonra mineral yoğunluğu ölçümü yapmışlar sağlam dentinde en düşük 1.27 g/cm³, ortalama 1.42 g/cm³, değerlerini elde etmişlerdir.

Zhang ve ark. (2013) 92 adet daimi diş üzerinde yaptıkları çalışmalarında FACE yöntemi, geleneksel yöntem, Carisolv jeli ve DIAGNOdent destekli çürük uzaklaştırma yönteminin etkinliklerini Mikro-BT ile incelemiş ve dentin mineral yoğunluğu değerlerini geleneksel yöntem grubunda ortalama 1,21 g/cm³, FACE yöntemi grubunda 1,13 g/cm³, Carisolv grubunda 1.01 g/cm³, DIAGNOdent grubunda 1,32 g/cm³ olarak bildirmişlerdir. DIAGNOdent grubunda koyu renkli sert yapıdaki etkilenmiş dentinin fazla uzaklaştırıldığı bildirilmiştir.

Clementino-Luedemann ve ark. (2006) 5 adet süt molar dişi ikiye kesip SFC-V solüsyonu ve Carisolv jeli ile çürük temizliğı yapıp karşılaştırdıkları çalışmalarında sırasıyla 0.90 ve 0.85 g/cm³ değerlerini elde etmişler ve iki yöntemin de en dış enfekte dentin tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırdığını belirtmişlerdir. Carisolv jelin istatistiksel olarak anlamlı olmayan ama nispeten düşük çıkan mineral yoğunluğu değerini SFC-V solüsyonunun plastik el aletlerini kullanılarak yapılmasına bağlamışlardır.

Papacarie jel ve geleneksel yöntemin, çürük tespit boyası uygulanan ve uygulanmayan gruplar halinde karşılaştırıldığı in vitro çalışmada; boya uygulanmayan gruplarda sırasıyla 1,39 g/cm³ ve 1,59 g/cm³ değerleri elde edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (Turgut Coşgun M. ve ark., 2021).

AlHumaid ve ark. (2018) 20 daimi diş üzerinde Carisolv ve Papacarie jellerini karşılaştırmışlar ve ortalama dentin mineral yoğunluğu değerlerini gruplarda sırasıyla 1,39 g/cm³ ve 1,45 g/cm³ olarak bulmuşlardır.

Tez çalışmamızda çalışma gruplarındaki tüm kesitlerden yapılan dentin mineral yoğunluğu ölçümünde BRIX-3000 grubunda 1,72 g/cm³, ART grubunda 1,79 g/cm³ ve geleneksel yöntem grubunda 1,66 g/cm³ değerleri bulunmuştur ve yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05). Bu değerler sağlam dentinin mineral yoğunluğuna benzerdir dolayısıyla her üç yöntemin de çürüğü etkili bir şekilde temizlediğı düşünülmektedir. Benzer çalışmalardaki sonuçlarla çalışmamızın sonuçları kıyaslandığında ortalama 0,20 g/cm³'lük fark göze çarpmaktadır. Bu farkın Mikro-BT tarama protokolündeki farklılıklara ya da kısmi hacim etkisine bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Kısmi hacim etkisi, farklı absorpsiyona sahip olan dokuların bulundukları zeminin aktivitesinden etkilenmesi olarak tanımlanmaktadır (Soret ve ark., 2007). Çalışmamızdaki ROI seçimi yapılırken kavite

kenarı ve arka plan arasındaki ayrımın diğer çalışmalarla farklı olması ihtimali söz konusu farklılığa yol açmış olabilir.

Mikro-BT ile dentin mineral yoğunluğu ölçümünde çalışma gruplarının kendi içindeki okluzal yarım, servikal yarım ve tüm kesitlerin karşılaştırılması yapılmıştır. BRIX-3000 jeli ile çürük temizlenen grupta okluzal yarım, servikal yarım ve tüm kesitlerin dentin mineral yoğunluğu sırasıyla 1,71;1,72;1,72 g/cm³ olarak bulunmuş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05). Arayüz çürüklerinde kemomekanik ajan kullanılacağına çürüğe okluzal yüzeyden ulaşabilmek için yüksek hızlı döner aletle kavite sınırlarının belirlenmesi ve çürüğe direkt ulaşımın sağlanması gereken durumlar meydana gelebilmektedir. Ayrıca özellikle posterior dişlerin arayüz çürüklerinin gingival basamaklarında etkili çürük temizliği yapılamaması da sekonder çürüklerin gelişiminde önemli bir rol oynar. Çalışmamızın sonuçlarında BRIX-3000 jeli grubunda okluzal yarım ve servikal yarımdan ölçülen dentin mineral yoğunluğunun tüm kesitlerden ölçülen mineral yoğunluğu ile aynı olması söz konusu zor temizlenen bölgelerin de etkili bir şekilde temizlenebildiğini göstermektedir. Bu sonuçlar her ne kadar in vitro koşullarda elde edilmiş olsa da gelecekte yapılacak in vivo çalışmalara ışık tuttuğunu düşünmekteyiz. ART grubunda okluzal yarım, servikal yarım ve tüm kesitlerin dentin mineral yoğunluğu sırasıyla 1,73;1,70;1,79 g/cm³ olarak bulunmuş, geleneksel yöntem grubunda ise sırasıyla 1,63;1,64;1,66 g/cm³ değerleri elde edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05). Bu sonuçlardan yola çıkarak arayüz çürüklerinin temizliğinden sonra geride kalan dentin yüzeyinin Mikro-BT ile mineral yoğunluğu ölçülümü yapılacağına daha kısa sürede ve daha az maliyetle sadece servikal yarımdan elde edilecek kesitlerin ölçülmesiyle tüm kavitenin dentin mineral yoğunluğu hakkında fikir sahibi olunabilir.

Dental dokuların element analizi; Lazer Ablasyon İndükleyici Çift Plazma Kütle Spektrometresi (LA-ICP-MS), Raman Spektroskopisi, Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) veya Enerji Dağılımlı X-Işını Analizi (EDX) gibi yöntemler ile yapılabilmektedir (Arvidsson ve ark., 2002). Çürük sürecinde diş sert dokularının mineral içeriğinde önemli bir azalmaya yol açan demineralizasyon mekanizması rol oynar (Magnus ve ark., 2013). Literatürde, çürük temizlendikten sonra demineralizasyon varlığının tespiti ve yüzey değişikliklerini incelemek amacıyla SEM-EDX yöntemini kullanan çalışmalar bulunmaktadır. EDX yönteminde bir dişin inorganik yapısındaki hidroksiapatitlerin kalsiyum (Ca), fosfor (P) miktarı ve kalsiyum-fosfor oranı (Ca/P) değerlendirilebilmektedir. Ca/P oranındaki değişiklikler dişin mekanik özelliklerini, geçirgenliğini ve adeziv karakterini etkileyebilmektedir (Celik ve ark., 2008). Adeziv sistemler dentinin hidroksiapatitine bağlanmakta dolayısıyla Ca/P oranındaki ve Ca iyonlarının miktarındaki değişiklikler restoratif materyallerin bağlantısını olumsuz etkileyebilmektedir.

Çalışmamızda BRIX-3000 jeli, ART ve geleneksel yöntem ile yapılan çürük temizliği ardından diş sert dokularında element düzeyinde meydana gelen değişiklikleri saptamak amacıyla her gruptan beş adet örnek seçilmiş, kavite tabanının pulpaya en yakın yüzeyindeki üç adet noktadan ve kavitenin olduğu yüzeyin karşıt tarafındaki sağlam dentinin mine-dentin birleşiminden pulpaya kadar olan mesafenin orta noktasından SEM-EDX analizi yapılmıştır. Kavite tabanının düzensiz bir yapıda olduğu göz önüne alındığında üç noktadan yapılan ölçümün ortalamasının daha doğru sonuçlar vereceği, sağlam dentinin ise homojen bir yapıda olmasından dolayı tek noktadan ölçüm yapmanın yeterli olacağı düşünülmüştür.

Nair ve ark. (2018) her grupta beş adet diş olacak şekilde Carisolv, Papacarie, Carie-care ve tungsten karbit frez ile çürük temizliği yaptıktan sonra SEM-EDX analizi yapmışlar ve Ca/P oranını gruplarda sırasıyla 2.08, 2.07, 2.09 ve 2.1 olarak

bulmuşlardır. Değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir.

Hamama ve ark. (2013) geleneksel yöntem, Carisolv jeli ve Papacarie jeli ile yaptıkları çürük temizliğinden sonra kavite tabanından SEM-EDX analizi yaptıkları bir in vitro çalışmada gruplarda ağırlıkça ortalama %Ca değerlerini sırasıyla 32.51, 29.63 ve 30.66 olarak, %P değerlerini sırasıyla 16.07, 15.09, 15.86 olarak bulmuşlardır. Ca/P oranları ise gruplarda sırasıyla 2.02, 1.97 ve 1.95 olarak bulunmuştur. Araştırmacılar gruplar arasında karşılaştırılan bu değerler arasında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Ulaşılabilen kaynaklarda BRIX-3000 jelinin dentin yüzeyine yaptığı etkinin SEM-EDX yöntemi ile incelendiği tek çalışmada Guedes ve ark. (2021) 8 adet daimi üçüncü molar diştten elde ettikleri 0.3 mm kalınlıktaki dentin disklerine %37 fosforik asiti 15 saniye, Papacarie jelini 30 saniye ve BRIX-3000 jelini 2 dakika süre ile uygulamış ardından SEM-EDX analizi yapmışlardır. %Ca değerleri gruplarda sırasıyla 10.31, 31.39, 30.63; %P değerleri sırasıyla 10.43, 15.76, 14.81; Ca/P oranı sırasıyla 1.00, 1.99 ve 2.07 olarak bulunmuştur. Herhangi bir işlem uygulanmayan dentin yüzeyinde ise %Ca 31.01, %P 15.39 ve Ca/P oranı 2.02 olarak bulunmuştur. Kontrol grubu ile her iki kemomekanik çürük temizleme ajanı arasında fark olmadığı belirtilmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarında BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarında SEM-EDX yöntemi ile kavite tabanındaki üç noktadan ölçülen ağırlıkça ortalama %Ca değerleri sırasıyla 65.60, 57.75, 65.73 ve %P değerleri sırasıyla 25.34, 23.79, 26.03 olarak bulunmuştur. Bu değerler, BRIX-3000 jeli ile yapılan çürük temizliğinin dentin içeriği üzerinde herhangi bir olumsuz yan etki oluşturmadığını, ART ve geleneksel

yönteme benzer sonuçlar verdiğini ve demineralize dentinin etkili bir şekilde uzaklaştırıldığını göstermektedir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında çalışmamızın çürük temizliği yapılan gruplarından elde edilen %Ca ve %P değerlerindeki fark göze çarpmaktadır. Bu farklılığın karbon ve oksijen elementlerinin çalışmamızdaki EDX analizinden çıkarılması kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz. Nitekim Gutiérrez-Salazar ve ark. (2003) yaptıkları çalışmanın EDX bulgularında dentinin orta ve iç tabakalarındaki analizde karbon elementinin atomik olarak %52.27 ve %49.84 değerlerini; oksijen elementinin ise atomik olarak %30.57 ve %33.54 değerlerini vermesi bu önermemizi doğrulamaktadır. Çelik ve ark. (2008) Er,Cr:YSGG ve Er:YAG lazeri karşılaştırdıkları çalışmalarında elde edilen ağırlıkça %Ca ve %P değerleri sırasıyla 59.1, 60.3 ve 38.16, 38.7 olarak bulunmuştur ve çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızın bulgularında BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarından elde edilen ortalama Ca/P oranı sırasıyla 2.57, 2.58 ve 2.53 olarak bulunmuş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Literatürdeki çalışmalarla benzer olan bu Ca/P oranı her üç yöntemle de etkili bir şekilde çürük temizlendiğini göstermektedir.

Diş sert dokularında hidroksiapatitin yanı sıra magnezyum ve sodyum gibi eser elementler de bulunmaktadır (Robinson ve ark., 1998). Bu eser elementler mineral içeriğin sadece küçük bir kısmını oluşturmalarına rağmen, dişlerin yapı ve fonksiyonlarında önemli rol oynamaktadırlar. Eser elementlerin konsantrasyonları çalışmalar arasında değişmektedir ve bunların yaş, cinsiyet, diş tipi (kesici diş, premolar veya molar diş), beslenme, çevre kirliliği ve dişin süt veya daimi diş olup olmamasına göre değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir (de Dios Teruel ve ark., 2015). Magnezyumun diş sert dokularının kalitesi ve anatomisi üzerinde bir etkisi olduğu gösterilmiştir ve diş yapısının düzgün gelişimi için gereklidir. Mg^{+2} iyonları, öncüsü olan amorf kalsiyum fosfatı (ACP) stabilize ederek hidroksiapatit kristalleşmesini düzenler (Gordon ve ark., 2015). Yapılan bir çalışmada, Mg^{+2} iyonlarının hidroksiapatitteki Ca^{2+} iyonlarını değiştirerek kristal büyümesinin inhibisyonuna yol açtığını bulunmuştur (de Dios Teruel ve ark., 2015). Na elementi Ca, P ve Mg ile karşılaştırıldığında insan dişlerinde daha az çalışılmıştır ve hakkında yeterli bilgi

bulunmamaktadır ancak bir dişteki minerallerin dişin sertliğini, çevresel etkilere karşı direncini ve biyokimyasal dönüşümlerin uygun yönünü belirlediği bilinmektedir (Klimuszko ve ark., 2018). Çalışmamızda çürük temizliği yapılan grupların kavite tabanından yapılan EDX analizi bulgularında Mg ve Na elementlerinin ağırlıkça yüzdeleri arasında anlamlı farklılığın bulunmaması her üç yöntemin de dişlerin kimyasal içeriğine belirgin bir olumsuz etki yapmadığını göstermekte ve ileriki çalışmalar için bilgi sağladığı düşünülmektedir.

Hossain ve ark. (2003) daimi dişlerde Carisolv jeli kullanarak yaptıkları çürük temizliğinden sonra kavite tabanından ve sağlıklı dentin dokusundan SEM-EDX analizi yaptıkları çalışmalarında; kalsiyum ağırlıkça Carisolv uygulanmış yüzey ve sağlam dentinde sırasıyla 26.29 ± 2.55 ve 27.10 ± 2.15 , fosfor 13.00 ± 2.26 ve 13.20 ± 2.17 ve Ca/P oranı 2.02 ve 2.05 değerlerini elde etmişler ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızın sonuçlarında kavite tabanı ve sağlıklı dentinden yapılan EDX analizinin karşılaştırılmasında her üç grupta %Ca değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu da enfekte ve demineralize dentinin etkili bir şekilde uzaklaştırıldığını göstermektedir. %P değerleri açısından ise her üç grupta da kavite tabanından ölçülen değerler sağlam dentine kıyasla anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Bunun sebebinin Levine (1973)'ın belirttiği gibi inaktif çürüklerin apatit kristallerindeki fosfat iyonlarının kalsiyum karbonat ve kalsiyum oksalat iyonları ile yer değiştirmesi nedeniyle olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızın diş seçim kriterlerine uyan dişlerin çürüklerinin pulpal ekspoza sebep olmaksızın kaviteye sahip olması, çürüklerin uzun süredir var olduğunu dolayısıyla inaktif çürükler olma ihtimalini yükseltmektedir. %P değerlerindeki bu anlamlı farklılık Ca/P oranının karşılaştırılmasını da dolaylı olarak etkilemiştir. Her üç grupta da kavite tabanı ve

sağlam dentin karşılaştırmasında Ca/P oranının sağlam dentinde daha düşük olmasının dolaylı bir sonuç olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonucunda elde ettiğimiz bulgular dentinin orta 1/3'üne uzanan ara yüz çürüğüne sahip süt dişlerinin çürük temizliğinde BRIX-3000 jeli kullanıldığında her ne kadar ART ve geleneksel yöntemle göre daha fazla süre gerektirse de geride kalan dentin yüzeyindeki mineral yoğunluğunun ve element içeriğinin ART ve geleneksel yöntemle farklılık göstermemesi dentinin kimyasal içeriğine olumsuz bir yan etki yapmadığını ve çürüğün etkili bir şekilde temizlendiğini göstermektedir. Bu nedenle hem dişe hem hastaya daha az travmatik bir yöntem olan BRIX-3000 jeli ile çürük temizliği kooperasyon sağlanamayan hastalarda, lokal anestezi yapılamayacak sistemik hastalık varlığında veya aerosol oluşturmak istenmediğinde alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntemlerle çürük uzaklaştırma süresi karşılaştırıldığında BRIX-3000 grubunun diğer iki gruptan, ART grubunun geleneksel yöntem grubundan daha fazla süre gerektirdiği görülmüştür ($p<0,05$).
- Mikro-BT ile dentin mineral yoğunluğu ölçümünde BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarında kavite tabanının tüm kesitlerinden yapılan ölçümlerde sırasıyla 1.72, 1.79, 1.66 g/cm³ değerleri elde edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Çalışma gruplarının hepsinde etkili çürük temizliği yapılabildiği sonucuna ulaşılmıştır.
- Çürük temizliği yapılan grupların kendi içinde okluzal yarımdaki, servikal yarımdaki ve tüm kesitlerdeki dentin mineral yoğunluğu karşılaştırmalarında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).
- SEM-EDX değerlendirmesinde BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarında %Ca, %P, %Mg ve %Na değerlerinde Ca/P oranında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ca/P oranı gruplarda sırasıyla 2.57, 2.58 ve 2.53 olarak bulunmuştur.
- Çürük temizliği yapılan grupların kendi içindeki karşılaştırmasında sağlam dentin ve kavite tabanı arasında %Ca değerleri arasında fark görülmezken ($p>0,05$) %P değerleri sağlam dentin grubunda anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

- BRIX-3000 grubunda kavite tabanı ve sağlam dentin arasında Ca/P değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). ART ve geleneksel yöntem gruplarında ise Ca/P oranı istatistiksel olarak anlamlı şekilde sağlam dentinde daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$).
- Çalışmamızın sonuçlarına göre süt molar dişlerin arayüz çürüklerinin temizliğinde BRIX-3000 jeli ile dentinin mineral içeriğine zarar vermeden etkili çürük temizliği yapılabileceği görülmektedir. Çocuk hastalarda kooperasyon sağlanamadığında veya anestezi kullanımından kaçınmak istendiğinde BRIX-3000 jeli kullanılabilir.

ÖZET

Süt Dişlerinde Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ve SEM-EDX ile Değerlendirilmesi

İn vitro koşullarda gerçekleştirilen tez çalışmamızda; BRIX-3000, Atravmatik Restoratif Tedavi ve geleneksel çürük temizleme yöntemlerinin gerektirdiği sürenin, çürük temizleme etkinliklerinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ve SEM-EDX ile değerlendirilerek çocuk diş hekimliğinde minimal müdahaleli yaklaşımlar içerisinde diş yapısını mümkün olduğu kadar koruyan ideal çürük temizleme yönteminin araştırılması hedeflenmiştir.

Mezial ya da distal yüzeylerinin sadece birinde orta derinlikte arayüz çürüğü bulunan, herhangi bir restorasyon yapılmamış 50 adet süt molar diş çalışmamıza dahil edilmiştir. Rastgele üç gruba ayrılan dişlere süre tutularak sırasıyla BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntemlerle çürük temizliği yapılmış ardından FUJII-IX materyali ile restore edilmiştir. Mikro-BT değerlendirmesinde kalibrasyon amacıyla hidroksi apatit fantomları kullanılmış, CTAn yazılımında her bir örneğin kavite sınırları belirlenerek Region of Interest (ROI) seçilmiş ve her bir örneğin dentin mineral yoğunluğu hesaplanmıştır. Ardından her gruptan rastgele seçilen 5 diş meziodistal yönden iki eşit parçaya ayrılmış ve parçaların birine kavite tabanındaki üç noktadan ve karşıt taraftaki sağlam dentindeki bir noktadan SEM-EDX analizi yapılmıştır.

Çalışma gruplarının çürük temizleme sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). BRIX-3000 grubunun diğer iki gruptan, ART grubunun geleneksel yöntem grubundan daha fazla süre gerektirdiği görülmüştür ($p<0,05$). Mikro-BT ile dentin mineral yoğunluğu ölçümünde çalışma gruplarında kavite tabanının tüm kesitlerinden yapılan ölçümlerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarının hepsinde etkili çürük temizliği yapılabildiği sonucuna ulaşılmıştır. Grupların kendi içinde okluzal yarımdaki, servikal yarımdaki ve tüm kesitlerdeki dentin mineral yoğunluğu karşılaştırmalarında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bu sonuçtan yola çıkarak kısa sürede daha az kesit seçimi yaparak kavitenin dentin mineral yoğunluğu ölçüldüğünde tüm yüzey için fikir sahibi olunabileceği söylenebilir.

SEM-EDX analizinde BRIX-3000, ART ve geleneksel yöntem gruplarında %Ca değerleri sırasıyla 65.60, 57.75, 65.73; %P değerleri sırasıyla 25.34, 23.79, 26.03 ve Ca/P oranı sırasıyla 2.57, 2.58 ve 2.53 olarak bulunmuştur ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmayan bu farklılık ile her üç yöntemin de etkili bir şekilde çürük temizliği yaptığı ve dentinin mineral içeriğine olumsuz etki yapmadığı görülmüştür. Bütün grupların kendi içindeki karşılaştırmasında sağlam dentin ve kavite tabanı arasında %Ca değerleri arasında fark görülmezken ($p>0,05$) %P değerleri sağlam dentin grubunda daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). BRIX-3000 grubunda kavite tabanı ve sağlam dentin arasında Ca/P değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). ART ve geleneksel

yöntem gruplarında ise Ca/P oranı istatistiksel olarak anlamlı şekilde sağlam dentinde daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmamızın sonuçlarına göre süt molar dişlerin ara yüzeylerindeki orta derinlikteki çürüklerde BRIX-3000 jeli kullanıldığında etkili çürük temizliği yapılabileceği görülmüştür. Minimal invaziv yaklaşımlardan olan kemomekanik yolla çürük temizliğinde yeni bir materyal olan BRIX-3000 jeli geleneksel yöntem ve atravmatik restoratif tedaviye iyi bir alternatif olabilir.

Anahtar sözcükler: Çürük temizliği, BRIX-3000, ART, dentin mineral yoğunluğu, Mikro Bilgisayarlı Tomografi, SEM-EDX



SUMMARY

Evaluation of the Effectiveness of Different Caries Removal Methods in Primary Teeth with Micro Computed Tomography and SEM-EDX

In our thesis study carried out under in vitro conditions; By evaluating the time required by BRIX-3000, Atraumatic Restorative Treatment and conventional caries removal methods, and their caries removal effectiveness with Micro Computed Tomography and SEM-EDX, it is aimed to investigate the ideal caries removal method that preserves the tooth structure as much as possible within minimally interventional approaches in pediatric dentistry.

Fifty deciduous primary molar teeth with no restorations and with moderately deep interfacial caries on only one of their mesial or distal surfaces were included in our study. The teeth, which were randomly divided into three groups, were cleaned with BRIX-3000, ART and conventional methods, respectively, and then restored with FUJI-IX material. Hydroxy apatite phantoms were used for calibration in the micro-CT evaluation, the Region of Interest (ROI) was selected by determining the cavity boundaries of each sample in CTAn software, and the dentin mineral density of each sample was calculated. Then, 5 randomly selected teeth from each group were divided into two equal parts from the mesiodistal direction, and SEM-EDX analysis was performed on one of the parts from three points at the floor of the cavity and one point on the intact dentin on the opposite side.

A statistically significant difference was found in the caries removal times of the study groups ($p < 0.05$). It was observed that the BRIX-3000 group required more time than the other two groups and the ART group required more time than the conventional method group ($p < 0.05$). In the measurement of dentin mineral density with micro-CT, no significant difference was found in the measurements made from all sections of the cavity floor in the study groups ($p > 0.05$). It was concluded that effective caries removal could be performed in all BRIX-3000, ART and conventional method groups. There was no significant difference in the dentin mineral density comparisons in the occlusal half, cervical half and all sections within the groups ($p > 0.05$). Based on this result, it can be said that when the dentin mineral density of the cavity is measured by making less section selection in a short time, an idea for the entire surface can be obtained.

In SEM-EDX analysis, %Ca values in BRIX-3000, ART and traditional method groups were 65.60, 57.75, 65.73, respectively; The %P values were 25.34, 23.79, 26.03, and the Ca/P ratio was 2.57, 2.58 and 2.53, respectively ($p > 0.05$). With this statistically insignificant difference, it was observed that all three methods effectively cleaned caries and did not adversely affect the mineral content of dentin. In the comparison of all groups within themselves, there was no difference between the %Ca values between the intact dentin and the cavity floor ($p > 0.05$), while the %P values were found to be higher in the intact dentin group ($p < 0.05$). There is no significant difference in Ca/P values between the cavity

floor and intact dentin in the BRIX-3000 group. ($p>0.05$). In the ART and traditional method groups, the Ca/P ratio was statistically significantly lower in intact dentin ($p<0.05$).

According to the results of our study, it has been observed that effective caries removal can be performed when BRIX-3000 gel is used in moderately deep caries at the interface of primary molar teeth. BRIX-3000 gel, which is a new material for chemomechanical caries removal, which is one of the minimally invasive approaches, can be a good alternative to traditional methods and atraumatic restorative treatment.

Key words: Caries removal, BRIX-3000, ART, dentin mineral density, Micro Computed Tomography, SEM-EDX



KAYNAKLAR

AAPD (2012). American Academy of Pediatric Dentistry. Clinical Affairs Committee – Restorative Dentistry Subcommittee. Guideline on pediatric restorative dentistry. *Pediatr Dent*. 2012 Sep-Oct;34(5):173-80. PMID: 23211906.

ABDELAZIZ E, BADRAN A, ALLAM G (2022). Chemomechanical Caries Removal Agents and Their Applications in Pediatric Dentistry. *Advanced Dental Journal*, **4**: 11-18.

ABDUL KHALEK A, ELKATEB MA, ABDEL AZIZ WE, EL TANTAWI M (2017). Effect of Papacarie and Alternative Restorative Treatment on Pain Reaction during Caries Removal among Children: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Clin Pediatr Dent*, **41**: 219-224.

ABOU NEEL EA, ALJABO A, STRANGE A, IBRAHIM S, COATHUP M, YOUNG AM, BOZEC L, MUDERA V (2016). Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomedicine*, **11**: 4743-4763.

AHMED M, DAVIS GR, WONG FS (2012). X-ray microtomography study to validate the efficacies of caries removal in primary molars by hand excavation and chemo-mechanical technique. *Caries Res*, **46**: 561-567.

ALHUMAID J (2020). Efficacy and Efficiency of Papacarie versus Conventional Method in Caries Removal in Primary Teeth: An SEM Study. *Saudi J Med Med Sci*, **8**: 41-45.

ALHUMAID J, AL-HARBI F, EL TANTAWI M, ELEMBAZY A (2018). X-ray microtomography assessment of Carisolv and Papacarie effect on dentin mineral density and amount of removed tissue. *Acta Odontologica Scandinavica*, **76**: 236-240.

ALKHOULI MM, AL NESSER SF, BSHARA NG, ALMIDANI AN, COMISI JC (2020). Comparing the efficacies of two chemo-mechanical caries removal agents (2.25% sodium hypochlorite gel and brix 3000), in caries removal and patient cooperation: A randomized controlled clinical trial. *J Dent*, **93**: 103280.

ALLISON PJ, SCHWARTZ S (2003). Interproximal contact points and proximal caries in posterior primary teeth. *Pediatr Dent*, **25**: 334-340.

ANDERSON MH, CHARBENEAU GT (1985). A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. *J Prosthet Dent*, **53**: 643-646.

ANEGUNDI R, PATIL S, TEGGINMANI V, SHETTY S (2012). A comparative microbiological study to assess caries excavation by conventional rotary method and a chemo-mechanical method. *Contemporary Clinical Dentistry*, **3**: 388-392.

ANKER L, NIJHOF N, SWAIN MV, KILPATRICK NM (2004). Influence of hydration and mechanical characterization of carious primary dentine using an ultra-micro indentation system (UMIS). *Eur J Oral Sci*, **112**: 231-236.

ANKER L, NOCKOLDS C, SWAIN MV, KILPATRICK N (2004). Correlating the mechanical properties to the mineral content of carious dentine--a comparative study using an ultra-micro indentation system (UMIS) and SEM-BSE signals. *Arch Oral Biol*, **49**: 369-378.

ANSARI G, BEELEY JA, REID JS, FOYE RH (1999). Caries detector dyes--an in vitro assessment of some new compounds. *J Oral Rehabil*, **26**: 453-458.

ARNOLD WH, BIETAU V, RENNER PO, GAENGLER P (2007). Micromorphological and micromorphological characterization of stagnating and progressing root caries lesions. *Arch Oral Biol*, **52**: 591-597.

ARNOLD WH, KONOPKA S, KRIWALSKY MS, GAENGLER P (2003). Morphological analysis and chemical content of natural dentin carious lesion zones. *Ann Anat*, **185**: 419-424.

ARNOLD W, KONOPKA S, GAENGLER P (2001). Qualitative and quantitative assessment of intratubular dentin formation in human natural carious lesions. *Calcified tissue international*, **69**: 268-273.

ARORA R, GOSWAMI M, CHAUDHARY S, CHAITRA TR, KISHOR A, RALLAN M (2012). Comparative evaluation of effects of chemo-mechanical and conventional caries removal on dentinal morphology and its bonding characteristics - an SEM study. *Eur Arch Paediatr Dent*, **13**: 179-184.

ARVIDSSON A, LIEBERG B, MÖLLER K, LYVÉN B, SELLÉN A, WENNERBERG A (2002). Chemical and topographical analyses of dentine surfaces after Carisolv treatment. *J Dent*, **30**: 67-75.

AXELSSON P. (2000). *Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries*. Chicago: Quintessence Pub. Co., c2000.

BAGHIZADEH FINI M.(2020). What dentists need to know about COVID-19. *Oral Oncol*, **105**: 104741.

BALACHANDRAN J, RAEES T, RAO M, JAYACHANDRAN C (2020). Evaluation Of Efficacy Of Chemo-mechanical Method Of Caries Removal Using BRUX- 3000 Compared To Conventional Excavation With Burs- A Randomized Controlled Trial – Original Research. *Journal of Indian Dental Association*, **14**: 12-18.

BALOOCH M, HABELITZ S, KINNEY JH, MARSHALL SJ, MARSHALL GW (2008). Mechanical properties of mineralized collagen fibrils as influenced by demineralization. *J Struct Biol*, **162**: 404-410.

BANERJEE A, KELLOW S, MANNOCCI F, COOK RJ, WATSON TF (2010). An in vitro evaluation of microtensile bond strengths of two adhesive bonding agents to residual dentine after caries removal using three excavation techniques. *J Dent*, **38**: 480-489.

BANERJEE A, KIDD EA, WATSON TF (2003). In vitro validation of carious dentin removed using different excavation criteria. *Am J Dent*, **16**: 228-230.

BANERJEE A, WATSON TF, KIDD EA (2000a). Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Br Dent J*, **188**: 476-482.

BANERJEE A, WATSON TF, KIDD EA (2000b). In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res*, **34**: 144-150.

BANERJEE A, WATSON TF, KIDD EA (1999). Carious Dentine Excavation Using Carisolv™ Gel: A Quantitative, Autofluorescence Assessment Using Scanning Microscopy:95. *Caries Res*, **33**: 313.

BAYHAN C. (2018). *Süt Dişlerinde Art Restorasyonlarının Klinik Başarısının Geleneksel Döner Alet Restorasyon Yöntemiyle Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi* [Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi]. Ankara.

BEELEY JA, YIP HK, STEVENSON AG (2000). Chemochemical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *Br Dent J*, **188**: 427-430.

BERTASSONI LE, HABELITZ S, KINNEY JH, MARSHALL SJ, MARSHALL GW, JR. (2009). Biomechanical perspective on the remineralization of dentin. *Caries Res*, **43**: 70-77.

BERTASSONI LE, MARSHALL, G. W. (2009). Papain-gel degrades intact nonmineralized type I collagen fibrils. *Scanning*, **31**: 253-258.

BITTENCOURT ST, PEREIRA JR, ROSA AW, OLIVEIRA KS, GHIZONI JS, MT O (2010). Mineral Content Removal after Papacarie Application in Primary Teeth: A Quantitative Analysis. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **34**: 229-231.

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

BLACK RB (1945). Technique for Non Mechanical Preparation of Cavities and Prophylaxis. *The Journal of the American Dental Association*, **32**: 955-965.

BOWES JH, MURRAY MM (1935). The chemical composition of teeth: The composition of human enamel and dentine. *Biochem J*, **29**: 2721-2727.

BOYDE A (1984). Airpolishing effects on enamel, dentine, cement and bone. *Br Dent J*, **156**: 287-291.

BOZZOLA JJ, & RUSSELL, L. D. (1999). *Electron microscopy: Principles and techniques for biologists*. Jones and Bartlett Publishers.

BUCHALLA W, LENNON AM, ATTIN T (2004). Comparative fluorescence spectroscopy of root caries lesions. *Eur J Oral Sci*, **112**: 490-496.

BUSSADORI SK, CASTRO LC, GALVÃO AC (2005a). Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent*, **30**: 115-119.

BUSSADORI, S. K., MARTINS, M. D., FERNANDES, K. P. S., GUEDES, C. C., MOTTA, L. J., REDÁ, S. H., & SANTOS, E. M. (2005b). Avaliação da Biocompatibilidade" in vitro" de um Novo Material Para a Remoção Química e Mecânica da Cárie-Papacárie. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, **5**: 253-259.

CEDERLUND A, LINDSKOG S, BLOMLÖF J (1999a). Effect of a chemo-mechanical caries removal system (Carisolv) on dentin topography of non-carious dentin. *Acta Odontol Scand*, **57**: 185-189.

CEDERLUND A, LINDSKOG S, BLOMLÖF J (1999b). Efficacy of Carisolv-assisted caries excavation. *Int J Periodontics Restorative Dent*, **19**: 464-469.

CELIBERTI P, FRANCESCUT P, LUSSI A (2006). Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res*, **40**: 117-123.

CELIK EU, ERGÜCÜ Z, TÜRKÜN LS, TÜRKÜN M (2008). Effect of different laser devices on the composition and microhardness of dentin. *Oper Dent*, **33**: 496-501.

CHAUSSAIN-MILLER C, DECUP F, DOMEJEAN-ORLIAGUET S, GILLET D, GUIGAND M, KALEKA R, LABOUX O, LAFONT J, MEDIONI E, SERFATY R (2003). Clinical evaluation of the Carisolv chemomechanical caries removal technique according to the site/stage concept, a revised caries classification system. *Clinical oral investigations*, **7**: 32-37.

CLEMENTINO-LUEDEMANN TN, DABANOGLU A, ILIE N, HICKEL R, KUNZELMANN KH (2006). Micro-computed tomographic evaluation of a new enzyme solution for caries removal in deciduous teeth. *Dent Mater J*, **25**: 675-683.

CORRÊA FN, ROCHA RDE O, RODRIGUES FILHO LE, MUENCH A, RODRIGUES CR (2007). Chemical versus conventional caries removal techniques in primary teeth: a microhardness study. *J Clin Pediatr Dent*, **31**: 187-192.

COŞGUN MT. (2017). *Çürüğün Temizlenmesinde Kemomekanik Çürük Uzaklaştırma ve Döner Alet Tekniğinin İn Vitro Koşullarda Karşılaştırılmalı Olarak Değerlendirilmesi* [Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi]. Ankara.

CVETKOVIC A, PICIOREANU C, STRAATHOF AJ, KRISHNA R, VAN DER WIELEN LA (2005). Relation between pore sizes of protein crystals and anisotropic solute diffusivities. *Journal of the American Chemical Society*, **127**: 875-879.

ÇELİK EU, ERGÜCÜ Z, TÜRKÜN LS, TÜRKÜN M (2008). Effect of different laser devices on the composition and microhardness of dentin. *Operative dentistry*, **33**: 496-501.

ÇINAR Ç. (2005). *Atravmatik Restoratif Teknikle Çürük Tedavisinde Zeolit Kullanımının İn Vitro Değerlendirilmesi* [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ankara.

DAWKINS G, HEWITT H, WINT Y, OBIEFUNA PC, WINT B (2003). Antibacterial effects of Carica papaya fruit on common wound organisms. *West Indian Med J*, **52**: 290-292.

DE ALMEIDA NEVES A, COUTINHO E, CARDOSO MV, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B (2011). Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *J Adhes Dent*, **13**: 7-22.

DE DIOS TERUEL J, ALCOLEA A, HERNÁNDEZ A, RUIZ AJO (2015). Comparison of chemical composition of enamel and dentine in human, bovine, porcine and ovine teeth. *Archives of oral biology*, **60**: 768-775.

DE SOUZA TF, MARTINS ML, TAVARES-SILVA CM, FONSECA-GONÇALVES A, MAIA LC (2021). Treatment time, pain experience and acceptability of the technique for caries removal in primary teeth using the ART approach with or without Brix3000™ papain gel: a preliminary randomised controlled clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent*, **23**: 777-785

DECUP F, LASFARGUES J (2014). Minimal intervention dentistry II: part 4. Minimal intervention techniques of preparation and adhesive restorations. The contribution of the sono-abrasive techniques. *British dental journal*, **216**: 393-400.

DHAVAL P. (2011). Chemomechanical caries removal (CMCR) agents: Review and clinical application in primary teeth. *Journal of Dentistry and oral hygiene*, **3**: 34-45.

DOĞAN MC. (2020). *Güncel Pedodonti Çalışmaları*. Akademisyen Kitabevi.

DONMEZ N, KAZAK M, KAYNAR ZB, SESEN USLU Y (2022). Examination of caries-affected dentin and composite-resin interface after different caries removal methods: A scanning electron microscope study. *Microscopy Research and Technique*, **85**: 2212-2221.

DOROTHY MCCOMB B (2000). Caries-detector dyes—how accurate and useful are they? *J Can Dent Assoc*, **66**: 195-198.

DUARTE S, GREGOIRE S, SINGH AP, VORSA N, SCHAICH K, BOWEN WH, KOO H (2006). Inhibitory effects of cranberry polyphenols on formation and acidogenicity of Streptococcus mutans biofilms. *FEMS Microbiol Lett*, **257**: 50-56.

DUMAN C, KALAOĞLU E, ŞİRİNOĞLU ÇAPAN B, EĞİL E (2021). COMPARISON OF TWO AEROSOL-FREE CARIES REMOVAL METHODS - A SPLIT MOUTH RANDOMIZED CLINICAL TRIAL. *Cumhuriyet Dental Journal*, **24**: 266-273.

ECHLIN P. (2009). *Handbook of Sample Preparation for Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*. Springer, Boston, MA.

EDEN E, FRENCKEN J, GAO S, HORST JA, INNES N (2020). Managing dental caries against the backdrop of COVID-19: approaches to reduce aerosol generation. *British dental journal*, **229**: 411-416.

EFEUGLU N, WOOD D, EFEUGLU C (2005). Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent*, **33**: 561-567.

EKSTRAND K, QVIST V, THYLSTRUP A (1987). Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res*, **21**: 368-374.

ELLIOTT JC, DOVER SD (1982). X-ray microtomography. *J Microsc*, **126**: 211-213.

EPSTEIN S (1951). Analysis of airbrasive procedures in dental practice. *The Journal of the American Dental Association*, **43**: 578-582.

ERDIN N (1986). Tarama elektron mikroskobunun temel prensipleri ve numune hazırlığı. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 102-124.

ERICSON D, ZIMMERMAN M, RABER H, GÖTRICK B, BORNSTEIN R, THORELL J (1999). Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemo-mechanical removal of caries. A multi-centre study. *Caries Res*, **33**: 171-177.

ERICSON D ZM, RABER H, GÖTRICK B, BORNSTEIN R AND THORELL J. (1999). Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemo– mechanical removal of caries. *Caries Res*, **33**: 171-177.

FATIMA T (2015). Lasers in pediatric dentistry. *J Adv Med Dent Scie Res*, **3**: 59-64.

FEJERSKOV O, KIDD, E. (2003). Dental Caries and The Disease and It's Clinical Management. 2nd ed. Blackwell Publishing.

FEJERSKOV O TA. (1994). *The oral environment- an introduction*. In: *Textbook of Clinical Cariology*. 2nd ed. Munksgaard, Copenhagen.

FELDKAMP LA, GOLDSTEIN SA, PARFITT AM, JESION G, KLEEREKOPER M (1989). The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *J Bone Miner Res*, **4**: 3-11.

FELIZARDO KR, BARRADAS NPDA, GUEDES GF, FERREIRA FDCA, LOPES MB (2018). Use of BRIX-3000 Enzymatic Gel in Mechanical Chemical Removal of Caries: Clinical Case Report. *Journal of Health Science*, **20**: 87-93.

FLINDT M (1979). Allergy to α -amylase and papain. *The Lancet*, **313**: 1407-1408.

FRANK RM (1990). Structural events in the caries process in enamel, cementum, and dentin. *J Dent Res*, **69**: 559-566.

FRANZEN R, KIANIMANESH N, MARX R, AHMED A, GUTKNECHT N (2016). Fracture forces of dentin after surface treatment with high speed drill compared to er: Yag and er, cr: Ysgg laser irradiation. *Analytical Cellular Pathology*, **2016**: 7.

FRENCKEN J, VAN AMEROGEN E, PHANTUMVANIT P, SONGPAISAN Y, PILOT T (1997). Manual for the Atraumatic Restorative Treatment approach to control dental caries. *Dental Health International Nederland*.

FRENCKEN JE. (2018). *The art and science of Minimal Intervention Dentistry and Atraumatic Restorative Treatment*. Stephen Hancocks.

FRENCKEN JE. (2022). *MİNİMAL GİRİŞİMSSEL DIŞ HEKİMLİĞİ İLE ATRAVMATİK RESTORATİF TEDAVİ SANATI VE BİLİMİ* (E.E. ŞAZİYE SARI, ZEYNEP ÖKTE, SİBEL YILDIRIM, Ed.).

FRENCKEN JE, HOLMGREN CJ (2014). Caries management through the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach and glass-ionomers: update 2013. *Brazilian Oral Research*, **28**: 5-8.

FRENCKEN JE, MAKONI F, SITHOLE WD, HACKENITZ E (1998). Three-year survival of one-surface ART restorations and glass-ionomer sealants in a school oral health programme in Zimbabwe. *Caries Res*, **32**: 119-126.

FRENCKEN JE, PETERS MC, MANTON DJ, LEAL SC, GORDAN VV, EDEN E (2012). Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a review: report of a FDI task group. *Int Dent J*, **62**: 223-243.

GENOVESE MD, OLIVI G (2008). Laser in paediatric dentistry: patient acceptance of hard and soft tissue therapy. *Eur J Paediatr Dent*, **9**: 13-17.

GLACE WRARLI (1991). "Toothpaste having low abrasion." (USA Patent No. 4, 981.)

GOLDBERG M, KEIL B (1989). Action of a bacterial *Achromobacter* collagenase on the soft carious dentine: an in vitro study with the scanning electron microscope. *J Biol Buccale*, **17**: 269-274.

GOLDBERG M, KULKARNI AB, YOUNG M, BOSKEY A (2011). Dentin: structure, composition and mineralization. *Front Biosci (Elite Ed)*, **3**: 711-735.

GOLDMAN M, KRONMAN JH (1976). A preliminary report on a chemomechanical means of removing caries. *J Am Dent Assoc*, **93**: 1149-1153.

GOLDSTEIN JI, NEWBURY DE, MICHAEL JR, RITCHIE NWM, SCOTT JHJ, JOY DC. (2018). Energy Dispersive X-ray Spectrometry: Physical Principles and User-Selected Parameters. In *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis* (pp. 209-234). Springer New York.

GOLDSTEIN RE, PARKINS FM (1994). Air-abrasive technology: its new role in restorative dentistry. *J Am Dent Assoc*, **125**: 551-557.

GOOMER P, JAIN R, KAUR H, SOOD R (2013). Comparison of the efficacy of chemomechanical caries removal with conventional methods-a clinical study. *Journal of International Oral Health: JIOH*, **5**: 42.

GORDON LM, COHEN MJ, MACRENARIS KW, PASTERIS JD, SEDA T, JOESTER D (2015). Amorphous intergranular phases control the properties of rodent tooth enamel. *Science*, **347**: 746-750.

GRANDE NM, PLOTINO G, GAMBARINI G, TESTARELLI L, D'AMBROSIO F, PECCI R, BEDINI R (2012). Present and future in the use of micro-CT scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology. *Ann Ist Super Sanita*, **48**: 26-34.

GROSS AJ, HERRMANN TR (2007). History of lasers. *World J Urol*, **25**: 217-220.

GUEDES FR, BONVICINI JF, DE SOUZA GL, DA SILVA WH, MOURA CC, PARANHOS LR, TURRIONI AP (2021). Cytotoxicity and dentin composition alterations promoted by different chemomechanical caries removal agents: A preliminary in vitro study. *J Clin Exp Dent*, **13**: e826-e834.

GURBUZ T, YILMAZ Y, SENGUL F (2008). Performance of laser fluorescence for residual caries detection in primary teeth. *Eur J Dent*, **2**: 176-184.

GUTIÉRREZ-SALAZAR MDP, REYES-GASGA J (2003). Microhardness and chemical composition of human tooth. *Materials Research*, **6**: 367-373.

HABELITZ S, MARSHALL GW JR, BALOOCH M, MARSHALL SJ. (2002). Nanoindentation and storage of teeth. *Journal of biomechanics*, **35**: 995-998.

HAFEZ MA, ELKATEB M, EL SHABRAWY S, MAHMOUD A, EL MELIGY O (2017). Microleakage Evaluation of Composite Restorations Following Papain-Based Chemo-Mechanical Caries Removal in Primary Teeth. *J Clin Pediatr Dent*, **41**: 53-61.

HAMAMA H, YIU C, BURROW M (2014). Current update of chemomechanical caries removal methods. *Australian dental journal*, **59**: 446-456.

HAMAMA HH, YIU CK, BURROW MF, KING NM (2013). Chemical, morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Aust Dent J*, **58**: 283-292.

HARSHA S. N., GAURI S.L., HRISHIKESH S.W. (2019). Comparative Evaluation of Efficacy of Chemomechanical and Conventional Methods of Caries Excavation in Young Permanent Molar Teeth: In vivo Study. *Journal of Dental Research and Review*, **6**: 13-18.

HAYASHI-SAKAI S, SAKAMOTO M, HAYASHI T, KONDO T, SUGITA K, SAKAI J, SHIMOMURA-KUROKI J, IKE M, NIKKUNI Y, NISHIYAMA H (2019). Evaluation of permanent and primary enamel and dentin mineral density using micro-computed tomography. *Oral Radiol*, **35**: 29-34.

HOLMGREN CJ, ROUX D, DOMÉJEAN S (2013). Minimal intervention dentistry: part 5. Atraumatic restorative treatment (ART)--a minimum intervention and minimally invasive approach for the management of dental caries. *Br Dent J*, **214**: 11-18.

HORIGUCHI S, YAMADA T, INOKOSHI S, TAGAMI J (1998). Selective caries removal with air abrasion. *Oper Dent*, **23**: 236-243.

HOSOYA Y, TAGUCHI T, TAY F (2007). Evaluation of a new caries detecting dye for primary and permanent carious dentin. *Journal of dentistry*, **35**: 137-143.

HOSOYA Y, TAGUCHI T, TAY FR (2007). Evaluation of a new caries detecting dye for primary and permanent carious dentin. *J Dent*, **35**: 137-143.

HOSSAIN M, NAKAMURA Y, TAMAKI Y, YAMADA Y, JAYAWARDENA JA, MATSUMOTO K (2003). Dentinal composition and Knoop hardness measurements of cavity floor following carious dentin removal with Carisolv. *Oper Dent*, **28**: 346-351.

HUYSMANS MC, LONGBOTTOM C (2004). The challenges of validating diagnostic methods and selecting appropriate gold standards. *J Dent Res*, **83**: 48-52.

INAMDAR M, CHOLE D, BAKLE S, GANDHI N, HATTE N, RAO M (2020). Comparative evaluation of BRIX3000, CARIE CARE, and SMART BURS in caries excavation: An in vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*, **23**: 163-168.

INAMDAR MS, CHOLE DG, BAKLE SS, GANDHI NP, HATTE NR, RAO MP (2020). Comparative evaluation of BRIX3000, CARIE CARE, and SMART BURS in caries excavation: An in vivo study. *J Conserv Dent*, **23**: 163-168.

INNES N, SCHWENDICKE F, FRENCKEN J (2018). An Agreed Terminology for Carious Tissue Removal. *Monogr Oral Sci*, **27**: 155-161.

ISMAIL AI (2004). Visual and visuo-tactile detection of dental caries. *J Dent Res*, **83** : 56-66.

ISMAIL AI, PITTS NB, TELLEZ M, BANERJEE A, DEERY C, DOUGLAS G, EGGERTSSON H, EKSTRAND K, ELLWOOD R, GOMEZ J, JABLONSKI-MOMENI A, KOLKER J, LONGBOTTOM C, MANTON D, MARTIGNON S, MCGRADY M, RECHMANN P, RICKETTS D, SOHN W, THOMPSON V, TWETMAN S, WEYANT R, WOLFF M, ZANDONA A (2015). The International Caries Classification and Management System (ICCMS™) An Example of a Caries Management Pathway. *BMC Oral Health*, **15**: 9.

ISMAIL AI, SOHN W, TELLEZ M, AMAYA A, SEN A, HASSON H, PITTS NB (2007). The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, **35**: 170-178.

IWAMI Y, SHIMIZU A, NARIMATSU M, KINOMOTO Y, EBISU S (2005). The relationship between the color of carious dentin stained with a caries detector dye and bacterial infection. *Oper Dent*, **30**: 83-89.

JÄGER I, FRATZL P (2000). Mineralized collagen fibrils: a mechanical model with a staggered arrangement of mineral particles. *Biophys J*, **79**: 1737-1746.

JAIN K, BARDIA A, GEETHA S, GOEL A. (2015). Papacarie: A Chemomechanical Caries Removal Agent. *IJSS Case Reports Rev*, **1**: 57-60.

JAWA D, SINGH S, SOMANI R, JAIDKA S, SIRKAR K, JAIDKA R (2010). Comparative evaluation of the efficacy of chemomechanical caries removal agent (Papacarie) and conventional method of caries removal: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, **28**: 73-77.

JINGARWAR MM. BN, PATHAK A (2014). Minimal Intervention Dentistry; A New Frontier in Clinical Dentistry. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, **8**: 4-8.

JOHANSEN E, PARKS HF (1961). Electron-microscopic Observations on Soft Carious Human Dentin. *Journal of Dental Research*, **40**: 235-248.

KALAYCIOĞLU O, AKHANLI SE (2020). Sağlık araştırmalarında güç analizinin önemi ve temel prensipleri: Tıbbi çalışmalar üzerinde uygulamalı örnekler. *Turkish Journal of Public Health*, **18**: 103-112.

KAYIKÇI B. (2015). *Çürüğün temizlenmesinde art tekniği ve döner alet tekniğinin etkinliğinin in vitro koşullarda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi* [UZMANLIK TEZİ, ANKARA ÜNİVERSİTESİ].

KIDD EA, RICKETTS DN, BEIGHTON D (1996). Criteria for caries removal at the enamel-dentine junction: a clinical and microbiological study. *Br Dent J*, **180**: 287-291.

KIMMEL JR, SMITH EL (1954). Crystalline papain. I. Preparation, specificity, and activation. *J Biol Chem*, **207**: 515-531.

KINNEY JH, MARSHALL GW, JR., MARSHALL SJ (1994). Three-dimensional mapping of mineral densities in carious dentin: theory and method. *Scanning Microsc*, **8**: 197-204.

KISBET S, ÖLMEZ A (2012). Kemomekanik çürük kaldırma yöntemlerinde güncel yaklaşımlar. *Cumhuriyet Dental Journal*, **15**: 364-372.

KLIMUSZKO E, ORYWAL K, SIERPINSKA T, SIDUN J, GOLEBIEWSKA M (2018). Evaluation of calcium and magnesium contents in tooth enamel without any pathological changes: in vitro preliminary study. *Odontology*, **106**: 369-376.

KLONT B, TEN CATE JM (1990). Release of organic matrix components from bovine incisor roots during in vitro lesion formation. *J Dent Res*, **69**: 896-900.

KOTB RM, ELKATEB MA, AHMED AM, KAWANA KY, OA EM (2016). Dentin Topographic Features following Chemomechanical Caries Removal in Primary Teeth. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **40**: 472-479.

KÖNIG K FG, HIBST R. (1998). Laser-induced autofluorescence spectroscopy of dental caries. *Cellular and Molecular Biology*, **44**: 1293-3000.

KUMAR J, NAYAK M, PRASAD KL, GUPTA N (2012). A comparative study of the clinical efficiency of chemomechanical caries removal using Carisolv and Papacarie - a papain gel. *Indian J Dent Res*, **23**: 697.

KURT MH, ORHAN K (2016). Dış Hekimliğinde Mikro-Bilgisayarlı Tomografi Kullanımı. *Türkiye Klinikleri*, **2**: 14-21.

LAURELL KA, HESS JA (1995). Scanning electron micrographic effects of air-abrasion cavity preparation on human enamel and dentin. *Quintessence Int*, **26**: 139-144.

LENNON AM, BUCHALLA W, RASSNER B, BECKER K, ATTIN T (2006). Efficiency of 4 caries excavation methods compared. *Oper Dent*, **31**: 551-555.

LENNON AM, BUCHALLA W, SWITALSKI L, STOOKEY GK (2002). Residual caries detection using visible fluorescence. *Caries Res*, **36**: 315-319.

LEVINE RS (1973). The differential inorganic composition of dentine within active and arrested carious lesions. *Caries Res*, **7**: 245-260.

LI JY, ZHAN L, BARLOW J, LYNCH RJ, ZHOU XD, LIU TJ (2004). [Effect of tea polyphenol on the demineralization and remineralization of enamel in vitro]. *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*, **35**: 364-366.

LITTLE MF, DIRKSEN TR, SCHLUETER G (1965). The Ca, P, Na, and Ash Content at Different Depths in Caries. *Journal of Dental Research*, **44**: 362-365.

LOESCHE WJ (1986). Role of Streptococcus mutans in human dental decay. *Microbiol Rev*, **50**: 353-380.

LUBOW RM, COOLEY RL (1986). Effect of air-powder abrasive instrument on restorative materials. *J Prosthet Dent*, **55**: 462-465.

LUCAS-RINCÓN SE, ROBLES-BERMEJO NL, LARA-CARRILLO E, SCUGALL-VILCHIS RJ, PONTIGO-LOYOLA AP, RUEDA-IBARRA V, LOYOLA-RODRÍGUEZ JP, ESCOFFIÉ-RAMIREZ M, MEDINA-SOLÍS CE (2019). Interproximal caries and premature tooth loss in primary dentition as risk factors for loss of space in the posterior sector: A cross-sectional study. *Medicine*, **98**: 11.

LUDEÑA, D. D. V., & BRAVO, T. L. V. (2021). Sellado marginal en restauraciones directas con resina con uso de BRIX 3000 vs sistema rotativo. *Revista Odontología*, **23**: 2633-2633.

LUSSI A, IMWINKELRIED S, PITTS N, LONGBOTTOM C, REICH E (1999). Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res*, **33**: 261-266.

- LUSSI A, MEGERT B, LONGBOTTOM C, REICH E, FRANCESCUT P (2001). Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci*, **109**: 14-19.
- MACEY R, WALSH T, RILEY P, GLENNY AM, WORTHINGTON HV, CLARKSON JE, RICKETTS D (2018). Tests to detect and inform the diagnosis of caries. *Cochrane Database Syst Rev*, **12**.
- MAFAZ MAHDI MUHSIN ISMAIL (2019). Evaluation of the Efficacy of Caries Removal Using Papain Gel (Brix 3000) and Smart Preparation Bur(in vivo Comparative Study). *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, **11**: 444-449.
- MAGNUS L, MALTZ M, BAVARESCO C, BASTOS LF, HASHIZUME LN (2013). Biochemical composition of carious dentin and different layers of sound dentin. *J Oral Sci*, **55**: 133-137.
- MANDELBAUM SH, SANTIS ÉPD, MANDELBAUM MHSA (2003). Cicatrization: current concepts and auxiliary resources - Part II. *An. Bras. Dermatol.*, **78**: 393-408.
- MARAGAKIS GM, HAHN P, HELLWIG E (2001). Clinical evaluation of chemomechanical caries removal in primary molars and its acceptance by patients. *Caries Res*, **35**: 205-210.
- MARTIGNON S, TELLEZ, M., SANTAMARÍA, R. M., GOMEZ, J., & EKSTRAND, K. R. (2010). Sealing Distal Proximal Caries Lesions in First Primary Molars: Efficacy after 2.5 Years. *Caries Research*. *Caries Research*, **44**: 562-570.
- MATHRE S, KUMAR S, SINHA S, AHMED B, THANAWALA E (2011). Chemo-mechanical method of caries removal: a brief review. *IJCDS*, **2**: 52-57.
- MATSUMOTO M, HAMADA S, OOSHIMA T (2003). Molecular analysis of the inhibitory effects of oolong tea polyphenols on glucan-binding domain of recombinant glucosyltransferases from *Streptococcus mutans* MT8148. *FEMS Microbiology Letters*, **228**: 73-80.
- MATSUMOTO SF, MOTTA LJ, ALFAYA TA, GUEDES CC, FERNANDES KP, BUSSADORI SK (2013). Assessment of chemomechanical removal of carious lesions using Papacarie Duo™: randomized longitudinal clinical trial. *Indian J Dent Res*, **24**: 488-492.
- MCCOMB D (2000). Caries-detector dyes--how accurate and useful are they? *J Can Dent Assoc*, **66**: 195-198.
- MELLO I, KAMMERER BA, YOSHIMOTO D, MACEDO MC, ANTONIAZZI JH (2010). Influence of final rinse technique on ability of ethylenediaminetetraacetic acid of removing smear layer. *J Endod*, **36**: 512-514.
- MOTTA LJ, MARTINS MD, PORTA KP, BUSSADORI SK (2009). Aesthetic restoration of deciduous anterior teeth after removal of carious tissue with Papacarie. *Indian J Dent Res*, **20**: 117-120.
- MOUNT GJ, HUME WR (1997). A revised classification of carious lesions by site and size. *Quintessence Int*, **28**: 301-303.
- MUNSHI AK, HEGDE AM, SHETTY PK (2001). Clinical evaluation of Carisolv in the chemico-mechanical removal of carious dentin. *J Clin Pediatr Dent*, **26**: 49-54.
- NADANOVSKY P, COHEN CARNEIRO F, SOUZA DE MELLO F (2001). Removal of caries using only hand instruments: a comparison of mechanical and chemo-mechanical methods. *Caries Res*, **35**: 384-389.

NAIR S, NADIG RR, PAI VS, GOWDA Y (2018). Effect of a papain-based chemomechanical agent on structure of dentin and bond strength: An in vitro study. *International journal of clinical pediatric dentistry*, **11**: 161.

NB NAGAVENI NR, TS SATISHA, KS ASHWINI, SRIDHAR NENI, SHILPI GUPTA (2016). Efficacy of new chemomechanical caries removal agent compared with conventional method in primary teeth: An in vivo study. *Int J Oral Health Science*, **6**: 52-58.

NEUHAUS KW, ELLWOOD R, LUSSI A, PITTS NB (2009). Traditional lesion detection aids. *Monogr Oral Sci*, **21**: 42-51.

NEVES AA, COUTINHO E, CARDOSO MV, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B (2011). Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *J Adhes Dent*, **13**: 7-22.

NEVES ADE A, COUTINHO E, DE MUNCK J, VAN MEERBEEK B (2011). Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-CT investigation. *J Dent*, **39**: 154-162.

NEVES ADE A, COUTINHO E, VIVAN CARDOSO M, JAECQUES SV, VAN MEERBEEK B (2010). Micro-CT based quantitative evaluation of caries excavation. *Dent Mater*, **26**: 579-588.

NEVES ADE A. CE, VIVAN CARDOSO M., JAECQUES S. V., VAN MEERBEEK B., (2010). Micro-CT based quantitative evaluation of caries excavation. *Dent Mater*, **26**: 579-588.

NIELSEN AG, RICHARDS JR, WOLCOTT RB (1955). Ultrasonic dental cutting instrument: I. *J Am Dent Assoc*, **50**: 392-399.

NORDBØ H, BROWN G, TJAN AH (1996). Chemical treatment of cavity walls following manual excavation of carious dentin. *Am J Dent*, **9**: 67-71.

OGUSHI K, FUSAYAMA T (1975). Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. *J Dent Res*, **54**: 1019-1026.

OMAN CR, APPLEBAUM E (1955). Ultrasonic cavity preparation. II. Progress report. *Journal of the American Dental Association*, **50**: 414-417.

ORDU MA. (2018). *FARKLI ÇÜRÜK TEMİZLEME YÖNTEMLERİNİN (LAZER, CARISOLV, PAPACARIE, KONVANSİYONEL AERATOR SİSTEMLER) KLİNİK BAŞARISININ DEĞERLENDİRİLMESİ* [Uzmanlık Tezi , KIRIKALE ÜNİVERSİTESİ] KIRIKKALE.

OSATO JA, SANTIAGO LA, REMO GM, CUADRA MS, MORI A (1993). Antimicrobial and antioxidant activities of unripe papaya. *Life Sci*, **53**: 1383-1389.

PAPACÁRIE DUO (2019). In F. ACAO (Ed.). Brazil.

PESKERSOY C, TURKUN M, ONAL B (2015). Comparative clinical evaluation of the efficacy of a new method for caries diagnosis and excavation. *J Conserv Dent*, **18**: 364-368.

PETERSEN PE, BOURGEOIS D, OGAWA H, ESTUPINAN-DAY S, NDIAYE C (2005). The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ*, **83**: 661-669.

PEYTON F (1955). Temperature rise in teeth developed by rotating instruments. *The Journal of the American Dental Association*, **50**: 629-632.

PILOT T (1999). Introduction--ART from a global perspective. *Community Dent Oral Epidemiol*, **27**: 421-422.

PITTEN FA, KRAMER A (1999). Antimicrobial efficacy of antiseptic mouthrinse solutions. *Eur J Clin Pharmacol*, **55**: 95-100.

PIVA E, OGLIARI FA, MORAES RR, CORÁ F, HENN S, CORRER-SOBRINHO L (2008). Papain-based gel for biochemical caries removal: influence on microtensile bond strength to dentin. *Braz Oral Res*, **22**: 364-370.

PREETHI KRISHNAN DG, MANISH RANJAN (2020). Chemomechanical caries removal – A review. *Drug Invention Today*, **14**: 1068-1073.

PUGACH MK, STROTHER J, DARLING CL, FRIED D, GANSKY SA, MARSHALL SJ, MARSHALL GW (2009). Dentin caries zones: mineral, structure, and properties. *J Dent Res*, **88**: 71-76.

RAFIQUE S. FJ, BANERJEE A (2003). “Clinical trial of an Air-Abrasion / Chemomechanical operative procedure for restorative treatment of dental patients .”. *Caries Res*, **37**: 360-364.

RAMCHANDRA KABIR HA, AMAR KATRE, PRAVIN KUMAR (2013). Chemomechanical Caries Removal: A Clinical Review. *Indian Journal of Dental Sciences*, **5**: 130-133.

RICKETTS D, INNES N, SCHWENDICKE F (2018). Selective Removal of Carious Tissue. *Monogr Oral Sci*, **27**: 82-91.

RITTER AV, W. BL, RICARDO W. (2019). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* (Seventh ed.). Elsevier.

ROBINSON C, BROOKES SJ, SHORE RC, KIRKHAM J (1998). The developing enamel matrix: nature and function. *Eur J Oral Sci*, **106**: 282-291.

SADASIVA K, KUMAR KS, RAYAR S, SHAMINI S, UNNIKRISHNAN M, KANDASWAMY D (2019). Evaluation of the Efficacy of Visual, Tactile Method, Caries Detector Dye, and Laser Fluorescence in Removal of Dental Caries and Confirmation by Culture and Polymerase Chain Reaction: An In Vivo Study. *J Pharm Bioallied Sci*, **11**: 146-150.

SAHANA S, VASA AA, GEDDAM D, REDDY VK, NALLURI S, VELAGAPUDI N (2016). Effectiveness of chemomechanical caries removal agents Papacarie® and Carie-Care™ in primary molars: An in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent*, **6**: S17-22.

SAKOOLNAMARKA R, BURROW MF, KUBO S, TYAS MJ (2002). Morphological study of demineralized dentine after caries removal using two different methods. *Aust Dent J*, **47**: 116-122.

SANTOS TML, BRESCIANI E, MATOS FS, CAMARGO SEA, HIDALGO APT, RIVERA LML, BERNARDINO Í M, PARANHOS LR (2020). Comparison between conventional and chemomechanical approaches for the removal of carious dentin: an in vitro study. *Sci Rep*, **10**: 1-10.

SATO Y, FUSAYAMA T (1976). Removal of dentin by fuchsin staining. *J Dent Res*, **55**: 678-683.

SCHULEIN TM (2005). Significant events in the history of operative dentistry. *J Hist Dent*, **53**: 63-72.

SCHUTZBANK SG, GALAINI J, KRONMAN JH, GOLDMAN M, CLARK RE (1978). A comparative in vitro study of GK-101 and GK-101E in caries removal. *J Dent Res*, **57**: 861-864.

SCHWENDICKE F (2018). Removing Carious Tissue: Why and How? *Monogr Oral Sci*, **27**: 56-67.

SCHWENDICKE F, FRENCKEN JE, BJØRNDAL L, MALTZ M, MANTON DJ, RICKETTS D, VAN LANDUYT K, BANERJEE A, CAMPUS G, DOMÉJEAN S, FONTANA M, LEAL S, LO E, MACHIULSKIENE V, SCHULTE A, SPLIETH C, ZANDONA AF, INNES NP (2016). Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res*, **28**: 58-67.

SOMANI R., JAIDKA S, JAWA D., S. M (2015). Comparative evaluation of smear layer removal by various chemomechanical caries removal agents: An in vitro SEM study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, **33**: 204.

SONI HK, SHARMA A, SOOD PB (2015). A comparative clinical study of various methods of caries removal in children. *Eur Arch Paediatr Dent*, **16**: 19-26.

SORET M, BACHARACH SL, BUVAT I (2007). Partial-volume effect in PET tumor imaging. *Journal of nuclear medicine*, **48**: 932-945.

SPLIETH C, ROSIN M, GELLISSEN B (2001). Determination of residual dentine caries after conventional mechanical and chemomechanical caries removal with Carisolv. *Clin Oral Investig*, **5**: 250-253.

STURR MG, MARQUIS RE (1992). Comparative acid tolerances and inhibitor sensitivities of isolated F-ATPases of oral lactic acid bacteria. *Appl Environ Microbiol*, **58**: 2287-2291.

ŞAHİN FÜ, TOPUZ Ö (2014). Diş hekimliği araştırmalarında mikrobilgisayarlı tomografi kullanımı. *Acta Odontol Turc*, **31**: 114-120.

TAO S, LI L, YUAN H, TAO S, CHENG Y, HE L, LI J (2017). Erbium laser technology vs traditional drilling for caries removal: a systematic review with meta-analysis. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, **17**: 324-334.

THAKUR R, PATIL SDS, KUSH A, MADHU K (2017). SEM Analysis of Residual Dentin Surface in Primary Teeth Using Different Chemomechanical Caries Removal Agents. *J Clin Pediatr Dent*, **41**: 289-293.

THAZHATHEETHIL A, HIREMATH MC, SARAKANURU SK, SURENDRANATH P, KOTHARI NR (2021). Scanning Electron Microscopic Evaluation of Residual Dentin Surface in Primary Teeth After Using Two Chemo-mechanical Caries Removal Agents: An in vitro study. *J Pediatr Dent*, **7**: 49-57.

TONAMI K, ARAKI K, MATAKI S, KUROSAKI N (2003). Effects of chloramines and sodium hypochlorite on carious dentin. *J Med Dent Sci*, **50**: 139-146.

TORO ANDONAYRE TS. (2018). *COMPARACION DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE GELES USADOS PARA LA REMOCION QUIMICA MECANICA DE LA CARIES DENTAL EN CEPA ESTÁNDAR DE STREPTOCOCCUS MUTANS* [UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN]. Pimentel – Perú.

TORRESI F., BSERENI L. (2017). Eficácia do método de remoção químico-mecânica da cárie dentária como papaína em adultos. *Rev Assoc Paul Cir Dent* **71**: 266-269.

TURGUT COŞGUN M., TULGA ÖZ F. , OCAK M., K. O (2021). Comparison of the Effectiveness of Chemo-mechanical and Traditional Caries Removal Methods in Primary Teeth Using Micro-Computed Tomography. *European Annals of Dental Sciences*, **48**: 101-107.

UNLU N, ERMIS RB, SENER S, KUCUKYILMAZ E, CETIN AR (2010). An in vitro comparison of different diagnostic methods in detection of residual dentinal caries. *Int J Dent*, **2010**.

VENKATARAGHAVAN K, KUSH A, LAKSHMINARAYANA C, DIWAKAR L, RAVIKUMAR P, PATIL S, KARTHIK S (2013). Chemomechanical Caries Removal: A Review & Study of an Indigen-ously Developed Agent (Carie Care (TM) Gel) In Children. *J Int Oral Health*, **5**: 84-90.

VURAL UK, KÜTÜK ZB, ERGIN E, ÇAKIR FY, GÜRGAN S (2017). Comparison of two different methods of detecting residual caries. *Restorative dentistry & endodontics*, **42**: 48-53.

WANG R, ZHAO D, WANG Y (2021). Characterization of elemental distribution across human dentin-enamel junction by scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy. *Microscopy Research and Technique*, **84**: 881-890.

WATT IM. (1997). *The principles and practice of electron microscopy* / Ian M. Watt (Second edition. ed.). Cambridge University Press.

WEDENBERG C, BORNSTEIN R (1990). Pulpal reactions in rat incisors to Caridex™. *Australian Dental Journal*, **35**: 505-508.

WENNERBERG A, SAWASE T, KULTJE C (1999). The influence of Carisolv on enamel and dentine surface topography. *Eur J Oral Sci*, **107**: 297-306.

WILLMOTT NS, WONG FS, DAVIS GR (2007). An X-ray microtomography study on the mineral concentration of carious dentine removed during cavity preparation in deciduous molars. *Caries Res*, **41**: 129-134.

WONG F, ANDERSON P, FAN H, DAVIS G (2004). X-ray microtomographic study of mineral concentration distribution in deciduous enamel. *Archives of Oral Biology*, **49**: 937-944.

WONG FS, WILLMOTT NS, DAVIS GR (2006). Dentinal carious lesion in three dimensions. *Int J Paediatr Dent*, **16**: 419-423.

XIAO Y, LIU T, ZHAN L, ZHOU X (2000). The effects of tea polyphenols on the adherence of cariogenic bacterium to the salivary acquired pellicle in vitro. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi = West China journal of stomatology*, **18**: 336-339.

YAZICI AR, ATILLA P, ÖZGÜNTAY G, MÜFTÜOĞLU SF (2003). In vitro comparison of the efficacy of Carisolv (TM) and conventional rotary instrument in caries removal. *Journal Of Oral Rehabilitation*, **30**: 1177-1182.

YAZICI AR, ÖZGÜNTAY G, DAYANGAÇ B (2002). A scanning electron microscopic study of different caries removal techniques on human dentin. *Oper Dent*, **27**: 360-366.

YIP HK, SAMARANAYAKE LP (1998). Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clin Oral Investig*, **2**: 148-154.

YIP HK, STEVENSON AG, BEELEY JA (1999). Chemomechanical removal of dental caries in deciduous teeth: further studies in vitro. *Br Dent J*, **186**: 179-182.

YONEMOTO K, EGURO T, MAEDA T, TANAKA H (2006). Application of DIAGNOdent as a guide for removing carious dentin with Er:YAG laser. *J Dent*, **34**: 269-276.

ZHANG X, TU R, YIN W, ZHOU X, LI X, HU D (2013). Micro-computerized tomography assessment of fluorescence aided caries excavation (FACE) technology: comparison with three other caries removal techniques. *Aust Dent J*, **58**: 461-467.

ZOU W, GAO J, JONES AS, HUNTER N, SWAIN MV (2009). Characterization of a novel calibration method for mineral density determination of dentine by X-ray micro-tomography. *Analyst*, **134**: 72-79.

ZOU W, HUNTER N, SWAIN MV (2011). Application of polychromatic μ CT for mineral density determination. *J Dent Res*, **90**: 18-30.



EKLER

Ek-1 Etik Kurul Kararı



Ek-2 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı uzmanlık öğrencisi Dt. Suna Nur Gökçe ‘nin, velisi bulunduğum bireyin ağız-diş muayenesini yaparak, tanı koyup tedavisini yapmasına izin veriyorum.

Muayene ve tedavim sırasında elde edilecek bilgilerin bilimin gelişmesine yönelik araştırmalar amacıyla başka bilimsel kurumlarla paylaşılmasına veya eğitim için kullanılmasına etik ilkeleri ve Hasta Hakları Yönetmeliğine (RG:01.08.1998/23420) uygun olmak koşuluyla izin veriyorum.

Çocuğunuzun Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık öğrencisi Dt. Suna Nur Gökçe tarafından yürütülmekte olan “Süt Dişlerinde Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ve SEM-EDX ile Değerlendirilmesi” araştırmaya katılması istenmektedir.

Bu araştırma çekim endikasyonu konularak çekilen süt birinci/ikinci azı dişler üzerinde yürütülecektir. Yapılan klinik ve radyografik muayene sonucunda çocuğunuzun birinci/ikinci azı dişinin çekilmesine karar verilmiştir.

Bu çalışmada çocuğunuzun çekilen dişinin kullanılıp kullanılmaması kararı size ait olup, kabul etmemeniz durumunda da çocuğunuzun diş tedavileri kliniğimizde yapılacaktır.

Tedavi süresi ve sonrası olabilecek sorunlar konusunda bilgilendirildim.

Bu çalışmada çocuğumun yer almasını kabul ediyorum. Çalışmanın amacı ve sonuçları Dt. Suna Nur Gökçe tarafından bana açıklanmıştır. Durumumla ilgili tüm sorularıma cevap verilmiştir.

Hastanın velisi

Adı- Soyadı:

Tarih:

İmza:

Hasta

Adı- Soyadı:

Tarih:

İmza:

Ek-3 Bilgilendirilmiş Gönüllü Çocuk Onam Formu

Sevgili,

Ben senin diş doktorun Suna Nur Gökçe. Dişlerde oluşan çürüklerin temizlenmesi için farklı yöntemler mevcuttur. Ben bu yöntemlerin ne kadar etkili olduğunu araştırıyorum. Araştırmamın adı “Süt Dişlerinde Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ve SEM-EDX ile Değerlendirilmesi” dir. Amacım diş çürüğünün farklı yöntemlerle yeterince etkili bir şekilde temizlenip temizlenmediğini öğrenmektir. Eğer sen de bu araştırmaya katılmayı istersen şu anda çekilmesine karar verdiğimiz dişini çekeceğim ve onun üzerinde çalışmamı yapacağım. Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğim ve sonuçları bildireceğim ama senin adını söylemeyeceğim.

Bu araştırma için anne ve babanı da bilgilendirip onların da onaylarını/izinlerini alacağım. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da ben tedavini aynen sürdüreceğim.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyadı : Gökçe

Adı : Suna Nur

