



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**



**FLORESANS DESTEKLİ ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA
YÖNTEMİNİN ETKİNLİĞİNİN İN VİTRO
KOŞULLARDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

Selin ŞEN

**ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ**

ANKARA

2020

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**FLORESANS DESTEKLİ ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA
YÖNTEMİNİN ETKİNLİĞİNİN İN VİTRO
KOŞULLARDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

Selin ŞEN

**ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ**

ANKARA

2020

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na

Uzmanlık tezi olarak hazırlayıp sunduğum 'Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma Yönteminin Etkinliğinin İn Vitro Koşullarda 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: Selin ŞEN

Tarih :

İmza :

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'nda Selin ŞEN tarafından hazırlanan '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:/...../2020

Prof. Dr. Zeynep ÖKTE
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ
Ankara Üniversitesi
Tez Danışmanı

Doç. Dr. Betül MEMİŞ ÖZGÜL
Başkent Üniversitesi
Üye

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	ii
KABUL VE ONAY	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÖNSÖZ	vi
SİMGELER VE KISALTMALARI	viii
ŞEKİLLER	x
ÇİZELGELER	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Diş Çürüğünün Tanımı Ve Etiyolojisi	1
1.2. Dentin Çürüğünün Tabakaları	3
1.3. Çürük Tespit Yöntemleri	5
1.3.1. Geleneksel Çürük Tespit Yöntemleri	6
1.3.2. Güncel Çürük Tespit Yöntemleri	7
1.4. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri	15
1.4.1. Polimer Frezler	16
1.4.2. Seramik Frezler	16
1.4.3. Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)	17
1.4.4. Air Abrazyon Yöntemi	18
1.4.5. Air Polishing	19
1.4.6. Ultrasonik Enstrümanlar	19
1.4.7. Sono Abrazyon	20
1.4.8. Kemomekanik Yöntemler	20
1.4.9. Lazerler	22
1.4.10. Enzimler	23
1.4.11. Çürük Tespit Boyaları	24
1.4.12. Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma (FACE) Yöntemi	24
1.5. Amaç	30
2. GEREÇ VE YÖNTEM	31
2.1. Çalışmamızda Kullanılan Materyaller	33
2.2. Geleneksel Yöntemle Çürük Uzaklaştırma	36
2.3. FACE Yöntemiyle Çürük Uzaklaştırma	37
2.4. Mikro-BT İle Çürük Temizleme Etkinliğinin ve Minimal İnvazivlik Potansiyelin Değerlendirilmesi	37
2.4.1. Örneklerin Taranması, Rekonstrüksiyonu ve İşlenmesi	39

2.4.2. Mikro-BT’de Taranmış Örneklerin Mineral Yoğunluk Ölçümleri İle Çürük Uzaklaştırma Etkinliğinin Değerlendirilmesi	41
2.4.3. Minimal İnvazivlik Potansiyeli (MIP)	42
2.5. İstatistiksel Analiz	42
3. BULGULAR	43
3.1. Çürük Uzaklaştırılmadan Önceki ve Çürük Uzaklaştırıldıktan Sonraki Dentinin Ortalama Mineral Yoğunluk Değerlerine Ait Bulgular	43
3.2. Çürük Uzaklaştırma Öncesi Çürük Hacmi ve Çürük Uzaklaştırma Sonrası Kavite Hacminin Mikro-BT İncelemesiyle Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesine Ait Bulgular	46
3.3. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Minimal İnvazivlik Potansiyellerinin Değerlendirilmesine Ait Bulgular	48
4. TARTIŞMA	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
ÖZET	62
SUMMARY	63
KAYNAKLAR	64
EKLER	79
EK 1. Gönüllü Onam Formu (Veli)	79
EK 2. Gönüllü Onam Formu (Çocuk)	80
EK 3. Etik Krul Onayı	81
ÖZGEÇMİŞ	82

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca anlayışı ve hoşgörüsüyle bana yol gösteren, karşılaştığım zorlukları aşmam hususunda bana büyük katkıları olan, tez çalışmamın her aşamasında değerli bilgi ve tecrübelerini sabır ve özveriyle benimle paylaşan değerli danışman hocam Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ'e,

Lisans ve uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgi ve mesleki tecrübelerinden yararlanma şansı bulduğum ve öğrencileri olmaktan gurur duyduğum Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine,

Tez çalışmamda yer alan Mikro-BT incelemelerinin gerçekleştirilmesinde büyük bir özveriyle bana yardımcı olan değerli hocam Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Kaan ORHAN'a,

Stajyer diş hekimliğimi eğitimimden bu yana bana her yönüyle örnek olan, benimle hem mesleki hem hayat tecrübelerini fedakarlıkla paylaşan, gerek en zor gerek en mutlu anımda yanımda olan, her ihtiyaç duyduğumda bana kapılarını sonuna kadar açan kıymetli ablalarım Doç. Dr. Tuğba BEZGİN ve Dr. Dt. Burcu Nihan YÜKSEL'e,

Akademik bilgi ve mesleki tecrübelerini paylaşmaktan çekinmeyen, yardımını esirgemeyen Uzm. Dt. Akif DEMİREL'e,

Uzmanlık eğitimime başladığım günden itibaren her anımda yanımda olan, biriktirdiğim anılara varlıklarıyla değer katan, arkadaşlıklarının bana kendimi şanslı hissettirdiği çok değerli dostlarım ve meslektaşlarım Dt. Ece GİRGİN, Dt. Ceren ÇİMEN ve Dt. Özgür KOCAALİ'ye,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarım ve kürsü personeline,

Beni ben yapan tüm değerleri bana katan, zaman zaman fiziken uzakta olsak da varlıklarını bana daima yanımdaymışçasına hissettiren, sevgimin ve minnettarlığımın karşılığı olabilecek bir ifade bulamadığım, kızları olmaktan gurur duyduğum bir tanecik annem Fatma ŞEN'e ve bir tanecik babam Ergün ŞEN'e,

Hayatta attığım her adımda beni yüreklendiren, desteğini hep yanımda hissettiğim, şansım Utku Can KEMEÇ'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



SİMGELER VE KISALTMALARI

%	Yüzdelik Değer
<	Küçüktür
=	Eşittir
>	Büyüktür
°	Derece
±	Artı- Eksi
3D	3 Boyutlu
ART	Atravmatik Restoratif Tedavi
BMD	Kemik Mineral Yoğunluğu
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CCD	Charge Couple Device
CIS	Cam İyonomer Siman
CO ₂	Karbon Dioksit
CTAn	CT-Analyser/ BT Analizörü
DİFOTİ	Dijital Fiber-Optik Transillüminasyon
dk	Dakika
ECM	Electronic Caries Monitor
Er, Cr: YSGG	Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet
Er: YAG	Erbium: Yttrium, Alüminyum, Garnet
FACE	Fluorescence Aided Caries Excavation
FOTI	Fiber-Optik Transillüminasyon
g/cm ³	Gram/Santimetreküp
HAP	Hidroksiapatit
ICDAS	International Caries Detection and Assessment System
kvp	Kilovolt doruğu
LAZER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
LED	Light Emitting Diode
mA	Miliamper
MD	Mineral Yoğunluğu

MHz	Megahertz
MIP	Minimal İnvazivlik Potansiyeli
Mikro-BT	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
min ⁻¹	Dakikadaki devir sayısı
mm	Milimetre
mm ³	Milimetre küp
ms	Milisanıye
NaCl	Sodyum klorit
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NaOH	Sodyum hidroksit
NMAB	N-monokloro-D, L-2-aminobutirat
NMG	N-monokloroglisin
Nd: YAG	Neodymium: Yttrium, Aluminyum, Garnet
nm	Nanometre
NRecon	NReconstruction
OCT	Optik Koherens Tomografi
QLF	Kantitatif Işık Floresans
pH	Power of Hydrogen
ROI	Region of Interest
SS	Standart Sapma
UNIVISS	Universal Visual Scoring System
USG	Ultrasonografi
µm	Mikrometre
µm ³	Mikrometre küp

ŞEKİLLER

Şekil 1.1.	Çürük gelişiminde rol oynayan faktörler (Fejerskov ve Manji, 1990)	2
Şekil 1.2.	Bir ara yüz çürüğünde, çürük dentin dokusunun histolojik bölgeleri. Bölge1: Enfekte dentin tabakası Bölge 2-4: Etkilenmiş dentin tabakası Bölge3: Transparan bölge Bölge 4: Subtransparan bölge Bölge 5: Sert dentin tabakası Bölge 6: Pulpaya komşu, sert dentinin yumuşak bölgesi (Banerjee ve ark., 2000a)	3
Şekil 2.1.	Çalışmamıza dahil edilen süt molar dişlere ait periapikal radyograf	32
Şekil 2.2.	Çalışma grupları	33
Şekil 2.3.	Çalışmamızda kullanılan elmas rond frez ve yüksek devirli döner alet	33
Şekil 2.4.	Çalışmamızda kullanılan çelik rond frez ve düşük devirli döner alet	34
Şekil 2.5.	Floresans destekli çürük uzaklaştırma yönteminde kullanılan cihaz	35
Şekil 2.6.	Çalışmamızda kullanılan Mikro-BT cihazı	35
Şekil 2.7.	a. Çürüklü süt molar dişin görüntüsü b. Geleneksel yöntemle çürük doku uzaklaştırıldıktan sonra kavitenin görüntüsü	36
Şekil 2.8.	a. Çürüklü süt molar dişe FACE ışığı uygulanmasıyla kırmızı-turuncu floresans olarak yansıyan enfekte dentinin görüntüsü b. Çürük uzaklaştırıldıktan sonra kaviteye FACE ışığı uygulanmasıyla gözlenen yeşil floresans alanın görüntüsü	37
Şekil 2.9.	HAP fantomlarının (0,75 ve 0,25 gr/cm ³ 'lük) NRecon yazılımında işlenmiş görüntüleri	38
Şekil 2.10.	Örneklerin cihaza yerleştirilmeleri için kullanılan ortodontik mum	39
Şekil 2.11.	a. b. Örneklerin cihaza yerleştirilmesi	40
Şekil 2.12.	a. Çürük doku horizontal kesit b. ROI (Region of Interest) c. ROI d. Thereshold e. Binarization	41
Şekil 2.13.	Minimal invazivlik potansiyeli hesaplanması	42
Şekil 3.1.	Gruplara göre BMD değerleri	45
Şekil 3.2.	Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası çürük boşluğu hacimlerinin gruplara göre dağılımları	48
Şekil 3.3.	Grupların minimal invazivlik potansiyeli	49

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1.	Mount ve Hume çürük sınıflaması	32
Çizelge 2.2.	Çalışma grupları	32
Çizelge 2.3.	Elmas rond frez ve yüksek hızlı döner alete ait özellikler	34
Çizelge 2.4.	Çelik rond frez ve düşük hızlı döner alete ait özellikler	34
Çizelge 2.5.	Floresans destekli çürük uzaklaştırılması yönteminde kullanılan cihaza ait özellikler	35
Çizelge 2.6.	Çalışmamızda kullanılan Mikro-BT cihazına ait özellikler	36
Çizelge 3.1.	Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası dişlerdeki mineral yoğunluğu düzeyleri	44
Çizelge 3.2.	Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası dişlerdeki mineral yoğunluğunun yüzdesel değişimi	45
Çizelge 3.3.	Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası kavite hacimleri	47
Çizelge 3.4.	Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası kavite hacimlerinin yüzdesel değişimleri	47
Çizelge 3.5.	Gruplara göre minimal invazivlik potansiyelleri	49

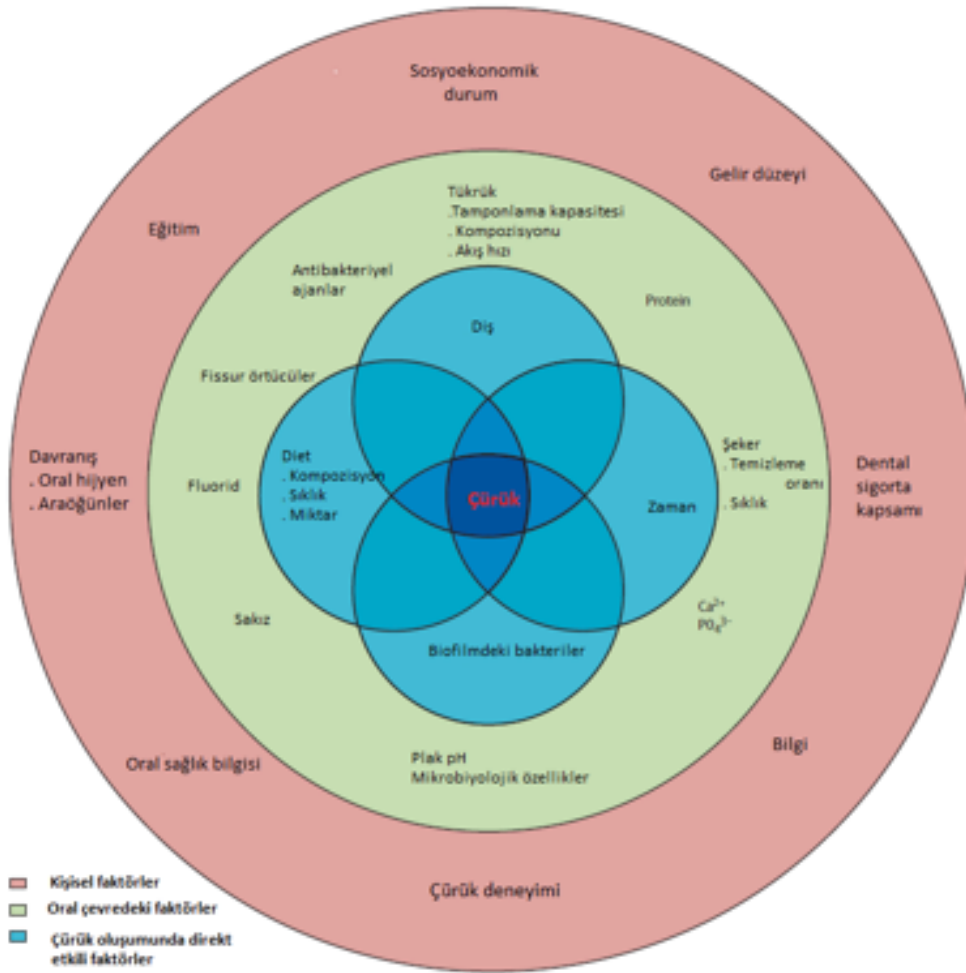
1. GİRİŞ

1.1. Diş Çürüğünün Tanımı Ve Etiyolojisi

Diş çürüğü, plak içerisindeki mikroorganizmaların karbonhidratları fermente ederek asit oluşturmaları ile başlayan, diş dokusu ve plak sıvısı arasındaki dengenin bozulması ile sonuçlanan, ileri aşamalarda dişin inorganik bileşenlerinin demineralizasyonunun ve organik yapının enzimatik olaylar sonucu bozulmasının eşlik ettiği bir süreçtir (Boucher, 1974; Fejerskov ve Thylstrup, 1994; Krutchkoff, 1981; Marsh, 1999).

Diş çürüğü; etiyolojisinde birçok faktörün rol oynadığı, dünyada en yaygın görülen kronik hastalıklardan biridir. Gelişmiş ülkelerde diş çürüğü, okul çağı çocuklarının %60-90'ını etkilerken, yetişkinlerde de büyük oranda diş çürüğü görüldüğü rapor edilmiştir (Petersen ve ark., 2005).

Ancak bireyin tükürük özellikleri ve diyet alışkanlıkları, flor alımı gibi ikincil pek çok faktör de çürük oluşumu üzerinde etkilidir (Akgül, 2015) (Şekil 1).



Şekil 1.1. Çürük gelişiminde rol oynayan faktörler (Fejerskov ve Manji, 1990)

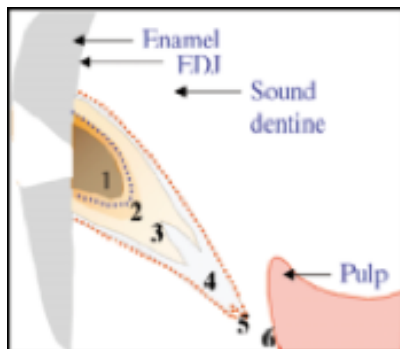
Çürük, diş minesinin yüzey altı lezyonu ile başlamaktadır. Başlangıçta dışarıdan bakıldığında sağlam mine yüzeyinde opak, beyaz alanlar şeklinde görülmektedir ve sağlam mine dokusuna göre daha az sertliktedir (Robinson ve ark., 2000). Minede başlayan bu süreç, mine dokusundaki demineralizasyona bağlı olarak artan pörözite ve geçirgenlik ile zaman içerisinde dentin dokusuna doğru ilerleme göstermektedir. Lezyonun mine dentin sınırına ulaşmasıyla birlikte, sınır boyunca gözlenen kahverengi renklenme dentinde oluşan demineralizasyonun ilk belirtisidir (Kidd ve ark., 2003). Günümüzde, çürük dentin dokusunun neden kahverengi bir renklenmeye sahip olduğu konusu net değildir. Kidd ve ark. (1990), artan pöröziteye bağlı olarak oral kaviteden veya pulpal yönden, çürük dokuya dış kaynaklı lekenin invaze olması sebebiyle renklenme gerçekleşmesi olasılığını araştırmıştır. Buna karşın, kahverengi

renklenmenin dokunun artan pörözitesi sebebiyle gerçekleşmesinden çok; asidik bir ortamda karbonhidrat ve proteinler arasında meydana gelen bir biyokimyasal olay sonucunda gerçekleştiğine vurgu yapılmaktadır. Bu reaksiyon Maillard reaksiyonu olarak bilinmektedir (G. Kleter ve ark., 1997; G. Kleter, 1998).

1.2. Dentin Çürüğünün Tabakaları

Kato ve Fusayama (1970), bir dizi histolojik deneyin sonucunda çürük dentinin, remineralize olamayan yüzeysel bir katman ve bu katmanın altında remineralize olabilen ikinci bir katman olduğunu keşfetmişlerdir.

Dış, yüzeysel bölge, en uzun süre bakteri atağına maruz kalmış, yıkıma uğramıştır ve bunun sonucunda geri dönüşümsüz demineralize dentin içermektedir. Bu bölgedeki kollajen lifler, moleküler çapraz bağların yeniden yapılandırılmasını engelleyen ileri derecede proteolitik bozulmaya maruz kalmıştır (Şekil 2, bölge 1). Lezyonun iç, derin bölgesi, uygun koşullarda tamir edilebilme potansiyelini koruyan dentin içerir. Burada, kollajen proteolize uğramış olsa da moleküler çapraz bağların hasarı şiddetli değildir. Uygun bir restorasyonun yerleştirilmesinden sonra remineralizasyonun gerçekleşmesi için bu iç tabakanın korunması gerektiği düşünülmektedir (Şekil 2, bölgeler 2, 3 ve 4) (Fusayama, 1979).



Şekil 1.2. Bir arayüz çürüğünde, çürük dentin dokusunun histolojik bölgeleri. Bölge1: Enfekte dentin tabakası Bölge 2-4: Etkilenmiş dentin tabakası Bölge3: Transparan bölge Bölge 4: Subtransparan bölge Bölge 5: Sert dentin tabakası Bölge 6: Pulpaya komşu, sert dentinin yumuşak bölgesi (Banerjee ve ark., 2000a)

Koray tarafından tanımlanan başka bir sınıflamada ise dentin çürüğü dıştan içe doğru 6 tabakadan oluşmaktadır (Koray, 1981):

1. Yumuşama bölgesi: Dentin çürüğünün en dış tabakasını oluşturur. Asit ortam nedeniyle inorganik doku yani hidroksiapatit kristalleri tamamen dekalsifiye olmuş, ayrıca mikroorganizmaların proteolitik enzimleri ile kollajen yapı bozulmuştur. Odontoblastik uzantılar ve peritübüler dentin izlenememektedir. Bu nekrotik tabakada dentin kolaylıkla kaviteden uzaklaştırılabilen bir kitle görünümündedir. Dentin tübüllerinde fazla miktarda mikroorganizma tespit edilmiştir (Koray, 1981; Ohgushi ve Fusayama, 1975).
2. Bakteriden zengin bölge: Organik yapının yıkımına bağlı olarak kanallarda ve etrafında çok sayıda mikroorganizmaya rastlanır. Organik yapının esas elementleri mukopolisakkaritler ve kollajen lifler parçalanmıştır. Hipermineralize yapıdaki kanal duvarları bozulmadan kalmıştır (Koray, 1981).
3. Bakteriden fakir bölge: Dekalsifiye alanlar gözlenmekle birlikte bu bölgede dentinin organik yapısı belirgin bir yıkıma uğramamıştır. Çok az sayıda mikroorganizmaya rastlanır (Koray, 1981).
4. Bulanık bölge: Bu bölgede mikroorganizmaya rastlanmaz. Dentin kanal duvarları yapısını korurken, kanal içindeki odontoblast uzantıları, mukopolisakkarit yapılar ve çeşitli organik maddeler yıkıma uğramıştır. Bu yüzden preparatlarda bulanık görüntü verir. Odontoblastik hücrelerin uzantıları içinde stoplazmik yapıların dejenerasyonuna bağlı olarak yağ damlacıklarına rastlanır. Bu bölge submikroskopik olarak saptanamayan bir bölge olduğundan varlığı tartışmalıdır (Koray, 1981).
5. Transparan (saydam) bölge: Dentin tübüllerinin, kanalların daralması veya kanal içinin mineral tuzları ile tıkanması sonucu kapandığı gözlenir. İnorganik tıkanmaya bağlı olarak doku daha homojen bir yapıya dönüşür. Transparan bölgede dentin tübülleri içindeki odontoblastik hücrenin canlılığını kaybetmesi ve ağız ortamındaki magnezyum iyonlarının tübül içerisine çökmesiyle gözlenen trikalsiyumfosfat kristallerine —Whitlockit kristalleri” adı verilir. Bu bölge, dentinin çürüğe karşı kendisini savunabildiği bir alandır (Koray, 1981). Fakat bu kristaller normal hidroksiapatitin kafes yapısı ile aynı sertlik değerlerini karşılamamaktadır (Ogawa ve ark., 1983; Ohgushi ve Fusayama,

1975).

6. Sekonder dentin: Pulpanın kendisini savunması sonucunda geliştirdiği bölgedir. Kanal sayısı az ve düzensizdir. Atipik kristal çökelmelerine rastlanır. Bu tabakada bakteri bulunmamaktadır (Koray, 1981).

Enfekte dentin, yumuşama bölgesi, bakteriden zengin ve bakteriden fakir bölgeleri kapsarken; etkilenmiş dentin, bulanık, transparan ve sekonder dentin bölgelerini kapsamaktadır (Banerjee ve ark., 2000a).

1.3. Çürük Tespit Yöntemleri

Diş çürüğü, klinik olarak görülebilir duruma gelmeden önce birçok demineralizasyon-remineralizasyon döngüsüne maruz kalan dinamik bir hastalık sürecidir. Bu nedenle çürüğün erken ve doğru teşhisi, kavitasyon oluşmasının önüne geçilmesi ve minimal invaziv tedavilerle yüksek bir tedavi başarısı sağlanması bakımından öncelikli amaç olmalıdır (Eden, 2016, s:14; Mohanraj ve ark., 2016). Bununla birlikte, zamanında, kesin ve doğru yapılan bir tanının, başarılı bir tedavi uygulamasının da ilk adımı olduğu bildirilmiştir (Pitts, 1997).

İdeal bir çürük tespit yöntemi; mümkün olan en erken evrede çürüğü tespit edebilmeli, farklı yaş grupları için uygun çürük risk grubunu belirleyebilmeli, mevcut çürük aktivitesini ve çürüğün zaman içindeki durumunun gözlemlenmesine izin vermelidir (Mohanraj ve ark., 2016). Aynı zamanda bu yöntemlerin; basit, güvenilir, non-invaziv, sensitif, spesifik, lezyonun aktivitesini ve büyüklüğünü doğrudan ölçebilen , dişin tüm yüzeylerine uygulanabilen, çürüğün dinamik sürecini biyolojik temele dayandırabilen, doğrulanabilir, restorasyona bitişik diş yüzeylerinde de kullanılabilir, hasta ve diş hekimi tarafından kabul edilebilen, hızlı ve kolay uygulanabilir yöntemler olması gerektiği bildirilmiştir (Pitts, 1997; Zandoná ve Zero, 2006).

1.3.1. Geleneksel Çürük Tespit Yöntemleri

1.3.1.1. Görsel ve Dokunsal Muayene

Klinik olarak çürük doku teşhisi, bir ayna ve dental sond kullanılarak yapılmaktadır (Neuhaus ve ark., 2009). Görsel muayene yapılırken teşhisin doğruluğunun artırılması için dişlerin temiz ve tamamen kurutulmuş olması ve ortamın iyi aydınlatılmış olması gereklidir (Dorothy McComb ve Tam, 2001). Görsel muayenede diş dokusunun renk, sertlik ve saydamlık gibi özellikleri değerlendirilmektedir (Ekstrand ve ark., 1997). Görsel ve dokunsal muayenenin öznel olması bu yöntemin bir kısıtlılığıdır; ancak bu konuda Nyvad, Uluslararası Çürük Teşhis ve Değerlendirme Sistemi (ICDAS), Uluslararası Görsel Skolama Sistemi (Universal Visual Scoring System, UniVISS) gibi endeksler kullanılarak standardizasyon sağlanmaya çalışılmaktadır (Ismail ve ark., 2007; Kühnisch ve ark., 2009; Nyvad ve ark., 1999). Görsel muayene esnasında sondun uygun bir şekilde kullanılması da dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Ucu sivri bir sondun kontrolsüz ve aşırı kuvvetle kullanımı, demineralize lezyonların remineralize olma şansını ortadan kaldırmakta, hatta başlangıç çürük lezyonlarında kavitasyon oluşmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle uçları yuvarlatılmış olan WHO/CPI/PSR sondlarının diş yüzeylerinde nazikçe/hafifçe kullanılması önerilmektedir (Banting ve ark., 2005; Dorothy McComb ve Tam, 2001; Gordan ve ark., 2011). Dental loupe ve mikroskopların kullanımı da görsel-dokunsal muayenede yüzeylerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesini sağlayarak hekime yardımcı olan unsurlardır (Eden, 2016, s:16).

1.3.1.2. Radyografik Muayene

Radyografi, görsel dokunsal muayeneyi desteklemek amacıyla, özellikle okluzal yüzeylerde kavitasyon oluşturmamış çürüklerin teşhisinde ve ara yüzeylerde kontakt noktası altında kalan çürüklerin teşhisinde kullanılmaktadır (Fejerskov ve Kidd, 2003). Mine ve dentinde oluşan mineral kaybının X ışınlarının geçişine izin vermesi

prensibine dayanmaktadır (Kühnisch ve ark., 2007). Ancak çürüğün tespitinin radyografi ile yapılabilmesi için yaklaşık %30-40 oranında mineral kaybının oluşması gerekmektedir. Bu sebeple başlangıç çürükleri radyografik olarak tespit edilememektedir (White ve Pharoah, 2004).

Çürük teşhisinde geleneksel radyografilere göre daha düşük dozla çalışan dijital radyografinin geçerliliği, geleneksel yöntemlere benzerdir ve görüntülerin kolayca saklanması, yedeklenmesi ve dijital ortamda aktarılabilmesine olanak sağlamasıyla günümüzde klinisyenlerin kullanımı için uygun bir teknolojidir (Eden, 2016, s:18). Bununla birlikte, hastanın X-ışınına maruz kalması, tekniğin değerlendirilmesinin hekimden hekime farklılık göstermesi ve optik illüzyon adı verilen görüntülerin çürükle karıştırılabilmesi radyografik yöntemin dezavantajlarından (Berber, 2015).

1.3.2. Güncel Çürük Tespit Yöntemleri

Çürük teşhis yöntemleri, çürüğün erken dönemde teşhisini sağlayarak demineralizasyondan kaviteye giden aşamaların ortadan kaldırılmasını amaçlar. Teknolojik gelişmelerle birlikte hekimlerin kullanımına sunulan yeni metot ve cihazlar ile diş sert dokularındaki ufak değişikliklerin fark edilmesi sağlanarak, önleyici ve durdurucu tedavilerle birlikte invaziv restorasyon miktarının azaltılması hedeflenmiştir (Gündüz ve Çelenk, 2003).

1.3.2.1. Fiber Optik Transillüminasyon Yöntemi (FOTI) ve Dijital Fiberoptik Transillüminasyon Yöntemi (DIFOTI)

Bu yöntem, ışık kaynağından gelen yüksek yoğunluklu beyaz ışık, ince bir fiber optik uç aracılığıyla dişin bukkal veya lingual yüzeyine uygulanarak çürük teşhisinin yapıldığı bir yöntemdir. FOTI sistemi sağlam diş dokusunun ve demineralize çürük dokunun farklı ışık kırma özelliklerini kullanır. Yüzey oklüzal

açından incelendiğinde, demineralize alanların ışığı daha fazla kırmasıyla ve daha az miktarda ışık geçirmesiyle bu alanlar koyu gölgeler şeklinde izlenmektedir. Aproximal çürüklerin teşhisinde ve mine çatlaklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Angmar-Mansson ve Ten Bosh, 1993; Mialhe ve ark, 2009). Ayrıca marjineri renklenmiş kompozit dolguların teşhisinde, endodontik tedavi esnasında kanal girişinin aydınlatılması amacıyla, seramik restorasyonların simantasyonundan önce çatlak varlığının değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır (Strassler ve Pitel, 2014).

DIFOTI yönteminde ise, dişin transillüminasyonu FOTI yöntemi ile benzer olarak görünür beyaz ışık ile yapılmakta ve görüntüler bir dijital CCD (Charge Couple Device) kamera ile elde edilmektedir. Böylece elde edilen görüntüler kaydedilebilmekte ve dişin muayenesi amacıyla görüntülerin farklı zamanlarda karşılaştırılabilmesi mümkün olmaktadır. (Schneiderman ve ark., 1997). Ancak görüntüleri analiz eden bir yazılım olmaması, görüntüleri değerlendiren hekimlerin farklı yorumlamalarına yöntemin subjektif olmasına sebep olmaktadır (Bin-Shuwaish ve ark., 2008).

1.3.2.2. DIAGNODENT

DIAGNODENT, dental tanıda floresandan yararlanan ilk ticari tanı cihazı olarak 1999'da piyasaya sürülmüştür. Cihazın ışık kaynağı 655nm dalga boyunda diyet lazerdir. Işık fiber optik uçlar aracılığıyla yüzeye uygulanır ve yüzey tarafından absorbe edilen ışın, floresan fotonları olarak geri yansır. Geri yansıyan floresan fotonları ana fiberin etrafındaki bir filtre tarafından toplanır ve bir fotodiyod tarafından sayısal olarak ölçülerek cihazın ekranında 0 ile 99 arasında bir değer olarak görüntülenmektedir (Tranæus, 2002). Sayısal değer arttıkça çürük olasılığı artmaktadır. İmalatçı firma tarafından üretilen ölçüm skalası şöyledir: 5-25 arası değerler başlangıç lezyonu, 26-35 arası değerler erken dentin çürüğü, 35'ten büyük değerler ise ilerlemiş dentin çürüğünü belirtmektedir (Korkut ve ark., 2011).

1.3.2.3. QLF (Quantitative Light-Induced Fluorescence)

QLF cihazı diş çürüğü, dental plak, diş taşı varlığının incelenmesinde, opak mine lezyonlarının tespitinde tanı amaçlı olarak dental araştırmalarda ve klinik uygulamalarda kullanılmaktadır. 1978’de Folke Sundstrom adlı diş hekiminin, belirli bir spektrumdaki mavi ışık ile dişin aydınlatılmasıyla, yeşil bir floresan yansıdığını, ancak çürük dokuda emilen ışığın sağlam dentine göre daha fazla saçılması sonucu daha az floresan yansıdığını gözlemlediği bildirilmiştir (Waller ve ark., 2003). Bu esasa dayanan QLF yönteminde 488 nm dalga boyunda mavi-yeşil ışık oluşturan argon lazer kullanılarak diş yüzeyi aydınlatılmaktadır (De Jong ve ark.,1995; Lin-P'ing Choo-Smith ve ark., 2008). Işık spektrumunda sarı bölgeye denk gelen minenin floresansı yüksek geçişli sarı filtreden geçirilir ve elde edilen veriler bilgisayara aktarılarak dijital bir görüntü oluşturulmaktadır (Strassler ve ark., 2008; Vaarkamp ve ark., 1995). Sağlam ve demineralize dokular arasındaki floresans farklılıkları bilgisayar programında değerlendirilmekte ve demineralize sahalar QLF ile karanlık bölgeler olarak gözlenmektedir (Sailer ve ark., 2001).

1.3.2.4. Light-Emitting Diode (LED)

LED esaslı Caries ID adlı cihaz, LED ışığının diş dokularında yansıması ve kırılması prensibiyle çalışan güncel çürük teşhis cihazlarından. Kullanımın kolay olması, objektif bulgular vermesi ve taşınabilir olması cihazın avantajlarıdır. Okluzal ve aproksimal çürüklerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Akgül, 2015; Strassler ve ark., 2008).

Mine dokusunda mineral kaybının sonucu olarak translusent yapıda bozulma meydana gelir ve bozulan bu yapı sağlam diş dokusuna göre farklı optik özellikler göstermektedir. Bu cihaz, fiber optik ucu aracılığıyla diş dokusunun ışığı yansıtması ve kırması anını yakalayıp elektrik sinyallerine çevirir ve bu değerler analiz edilerek çürük varlığı ya da yokluğuna karar verilir. Işığın yeşilden kırmızıya dönmesi ve sinyal

sesinin sayıca artışı çürük varlığını işaret etmektedir (Aktan ve ark., 2012; Strassler ve ark., 2008).

1.3.2.5. Elektriksel İletkenlik Ölçüm Yöntemi (ECM)

ECM yöntemi, çürükle oluşan demineralizasyon nedeniyle dokularda meydana gelen iletkenlik değişiminin ölçülmesi esasıyla çalışan bir teşhis yöntemidir. Sağlam diş dokusu yüksek inorganik içeriğe sahip olması nedeniyle yalıtkan bir özellik gösterirken; diş yüzeyinde bozulma gözlenirse dahi demineralizasyon ile birlikte diş dokusunun elektriksel iletkenliği artmaktadır (Ashley ve ark., 1998; Ricketts ve ark., 1996). Bu yöntem, dişin hava ile kurutulmasını takiben, diş yüzeyinin direncinin ölçülmesi prensibiyle çalışmaktadır. Elektriksel iletkenlik ölçümleri pit ve fissürlerdeki mine çürüklerinin iletkenliğindeki artış kullanılarak yapılır (Ricketts ve ark., 1996).

ECM okumasındaki sayısal değerlendirme şu şekildedir:

1.0–3.00: sağlıklı mine veya erken çürük başlangıcı, 3.01–6.00: mine-dentin sınırına kadar ilerlemiş mine çürüğü, 6.01 – 8.00: dentin çürüğü, 8.01–13.00: derin dentin çürüğü göstergesidir (Korkut ve ark., 2011).

1.3.2.6. Alternatif Akım İmpedans Spektroskopisi Yöntemi

Bu yöntem, diş yüzeyine düşük voltajda akımın doğrudan uygulanarak, mineral yoğunluğundaki değişimin değerlendirilmesi prensibiyle çalışmaktadır (Huysmans ve ark., 1996).

Diş yüzeyinin değerlendirilecek olan bölgesindeki çürük seviyesini ölçmek için alternatif akım impedans spektroskopisi olarak bilinen bu ölçüm yönteminin kullanılması erken teşhise yardımcı olmaktadır. Bu şekilde gözle görülemeyen

başlangıç lezyonlarının ve dentine ilerleyen mineyle maskelenmiş çürüklerin daha doğru tespit edilmesi sağlanmaktadır. Yöntem, ICDAS sınıflandırmasına göre kavitasyon oluşturmamış çürüklerin teşhisinde kullanılmaktadır. Ölçümü yapılacak diş yüzeylerinin kuru ve plak, diş taşı gibi artıklardan uzaklaştırılmış olması gerekmektedir. Cihaz şarj edilebilir ve taşınabilir formdadır ve dişe uygulanan uç kısmında kümelenmiş sensörler bulunmaktadır. Elektrik iletiminin sağlanması için devrenin tamamlanması amacıyla ağza yerleştirilen bir dudak kancası bulunmaktadır. Sensör, dişe 3 ile 5 saniye arasında uygulanmaktadır. Yapılan ölçüm sonrası, cihaz üzerinde hem 0 - 100 arasında değişen bir sayısal değer hem de kırmızı, sarı ve yeşil LED ışık kaynaklı renk piramidi üzerinde çürük yayılımına bağlı olarak değişen renk değişimi elde edilmektedir. Cihaz üzerinde bulunan renk piramidinde, 0 - 50 arasındaki değerlerde yeşilden sarıya doğru, 51 - 90 arasındaki değerlerde sarıdan kırmızıya doğru ve 91 - 100 arası değerlerde kırmızı olarak gözlem yapılmaktadır (Akgül, 2015).

1.3.2.7. Optik Koherens Tomografi (OCT) Yöntemi

OCT; şimdiye kadar bildirilmiş bir biyolojik zararı olmayan, doku penetrasyonu yüksek, kızılötesine yakın 840-1310nm dalga boyunda ışık kaynağının kullanıldığı, biyolojik yapıların kesitsel incelenmesine olanak veren non-invaziv bir yöntemdir (Shimada ve ark., 2015). Gastroenteroloji, oftalmoloji, dermatoloji gibi tıp alanlarında yaygın kullanımı olan bu yöntem diş hekimliğinde demineralizasyon ve remineralizasyonun değerlendirilmesinde kullanım alanı bulmaktadır (Hsieh ve ark., 2013; Tezuka ve ark., 2016). OCT ile çürük değerlendirilmesi, ışının sağlam ve demineralize dokudaki transillüminasyonu ve yansımalarının değerlendirilmesi ile yapılmaktadır (Machoy ve ark., 2017). OCT'nin etkin doku görüntüleme derinliğinin 2-3mm olduğu bildirilmektedir (Shimada ve ark., 2015). Bu yöntemin in vivo kullanıma olanak vermesi, yüksek çözünürlüklü görüntüler ile teşhise yardımcı olması yöntemin avantajlarındandır (Fried ve ark., 2013). Ayrıca kök kanallarının görüntülenmesine izin vermesi ile kök kırıklarının teşhisinde de kullanıldığı bildirilmiştir (Shemesh ve ark., 2008).

1.3.2.8. Ultrasonik Görüntüleme (USG)

Tıpta yaygın bir şekilde kullanılan bu yöntem, diş hekimliğinde dişlerin görüntülenmesi ve düz yüzeylerdeki çürüğün teşhisi için ilk defa 1988’de Ng ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır (Ng ve ark., 1988). Non-invaziv bir yöntem olan USG, 1-20MHz frekansındaki ses dalgalarının test edilecek materyale veya dokuya uygulanması ve geri dönen dalgaların bir prob tarafından emilip elektriksel impulslara çevrilmesinin ardından eko olarak saptanması şeklinde tanımlanmıştır (Çalışkan Yanıkoğlu ve ark., 2000; Ng ve ark., 1988). Farklı ortamlarda ses dalgalarının katetme zamanı farklı olduğu için sağlam ve demineralize diş dokularının kolaylıkla ayırt edilebileceği kabul edilmektedir (Ng ve ark., 1988).

1.3.2.9. Floresans Kamera Yöntemi (VİSTAPROOF)

Dişin floresans özelliğinden faydalanılarak geliştirilen, intraoral kullanımı olan bu cihaz ile diş 405nm dalga boyundaki mavi ışıkla aydınlatılır ve yansıyan ışık optik bir lens ve CCD sensör aracılığıyla bilgisayara aktarılır. Veriler, özel bir yazılım tarafından filtrelenip nicelendirilir. Her görüntüdeki piksel sayılarına göre yeşil ve kırmızı floresans arasındaki ilişkiyi 0-3 arasında değişen sayısal değerlere dönüştürülür. Dentin çürüklerinde 2 ve üzerinde bir değer ölçülmektedir. Ayrıca sağlam yüzeyler yeşil, çürükten etkilenen bölgeler ise kırmızı alanlar şeklinde bilgisayar ekranında gözlenmektedir. VistaProof®, oklüzal çürüğün tespitinde, çürüğün çeşitli aşamalarının teşhisinde kullanılabilen, tekrarlanabilirliği ve diyagnostik performansı iyi olan bir cihaz olduğu bildirilmektedir (Eden, 2016, s:28; Jablonski-Momeni ve ark., 2011).

1.3.2.10. Mikroradyografi

Mikroradyografi tekniğinde, diş sert dokularından hazırlanan kesitler ya da bloklar üzerine uygulanan ve bu kesitlerden iletilen X-ışınlarının absorpsiyonuna ve sapmasına bağlı güç azalması (atenüasyon) ölçülerek ve yoğunluk standartları ile karşılaştırılarak diş sert dokularının mineral içeriği belirlenmektedir (Bayrak, 2012).

Mikroradyografi yöntemiyle ölçüm yapabilmek için, incelencek örneklerden 100-150µm kalınlığında kesitler alınması gerekmektedir. Bu kadar ince kesitlerin direkt olarak elde edilmesi güç olduğundan daha fazla kalınlıkta kesitler alınıp diş yüzeyleri üzerinde aşındırmayı gerektiren bir ön hazırlık yapılır. Bu hazırlık prosedürü aynı örneğin başka bir değerlendirme için kullanılmasını imkansız kılar. Bu nedenle mikroradyografi yöntemi örnekler için yıkıcı bir teşhis yöntemidir (Cheng ve Ten Cate, 2010; Zhi ve ark., 2013).

1.3.2.11. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (MİKRO-BT)

Mikro-BT, diş hekimliğinde ilk olarak Eliot ve Dover (1982) tarafından kullanılmıştır. Bilgisayarlı tomografi (BT) prensibiyle çalışan bu cihaz, materyallerin incelenmesinde X-ışınlarını kullanmakta ve yapıların mikro düzeyde incelenmesine olanak sağlamaktadır. Ancak bilgisayarlı tomografilerde 1mm³ voksel boyutlarında tarama yapılırken, mikrobilgisayarlı tomografilerle 5-10µm³ voksel boyutlarında tarama yapılabilir. Bu da bilgisayarlı tomografiden 1.000.000 kez daha küçük alanların görüntülenmesine imkân sağlaması anlamına gelmektedir (Feldkamp ve ark., 1989; Swain ve Xue, 2009).

Cihazı oluşturan ana parçalar X-ışını tüpü, üzerine sabitlenen örneği belirli aralıklarla çeviren bilgisayar kontrollü bir adım motoru, ortamdaki X-ışınını kamera sensörü üzerine yoğunlaştıran bir görüntü yoğunlaştırıcı, üzerine düşen X ışınlarını

görüntü verisine çeviren bir CCD kamera, görüntü toplayıcısı ve bunları kontrol eden bir bilgisayardan oluşmaktadır (Rhodes ve ark., 1999)

Görüntülenen diştten elde edilen kesitsel görüntüler bilgisayar ortamında bir yazılım aracılığıyla işlenerek diştin 3 boyutlu görüntüsü elde edilmektedir. Elde edilen kesitsel görüntüler sayesinde radyografide karşılaşılan görüntü çakışması (süperpozisyon) probleminin önüne geçilmektedir. Mikro-BT yöntemi, çok sayıda kesit elde edilmesine olanak sağlamaktadır, böylece çürüğün yeri ve genişliği hakkında daha güvenilir sonuçlara ulaşıldığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Kamburoğlu ve ark., 2008; Swain ve Xue, 2009).

Mikro-BT yöntemi dişt hekimliğinde;

- Mine kalınlığının ve dişt dokularının mineral yoğunluğunun incelenmesinde,
- Dentin çürüğünün derinliğinin saptanmasında,
- Restorasyon etrafındaki marjinal sızıntının değerlendirilmesinde
- Kök kanal morfolojilerinin ve kök kanal tedavilerinde kanal preparasyonlarının incelenmesinde,
- İmplant ve çevre kemik doku değerlendirilmesinde,
- Kafa-yüz kemik yapılarının değerlendirilmesi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Eden ve ark., 2008; Orhan, 2020., Swain ve Xue, 2009; Taylor ve ark., 2010).

Bu sistemin en önemli avantajı incelenen örneğin 3 boyutlu yapısının nitelik ve nicelik incelemesinde kesin bilgiler sağlamasıdır. Ve bu inceleme yapılırken örnek üzerinde herhangi bir fiziksel ya da kimyasal işlem yapılmaması ve örneğin mikro bilgisayarlı tomografi incelemesinden sonra başka testlere de tabii tutulabilmesi bu yöntemin avantajlarındanıdır. Ancak yüksek radyasyon dozu canlı organizmalar için uygun değildir (Kamburoğlu ve ark., 2008; Kurt ve Orhan, 2016; Neves ve ark., 2010).

Çürük dokunun doğru tespitinin yanı sıra, doğru şekilde uzaklaştırılması da önemli bir husustur. Minimal invaziv diş hekimliği ilkelerinin ışığında, diş dokusunun gereksiz kaybının önüne geçilebilmesi için yeni yöntemler önerilmektedir. Bu yöntemlerle dişin ağızda kalma süresi artırılarak, dişin daha uzun süre fonksiyon görebilmesi amaçlanmaktadır (Banerjee ve ark., 2000b).

1.4. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri

Geçmişte, restorasyonun uzun süreli sağkalımı için; restoratif materyalin stabilizasyonunu desteklemek amacıyla yeterli derecede sert bir dentin tabakasına erişilinceye ve dolgu materyali için yeterli retansiyonu sağlayacak sağlam bir dentin tabakasına ulaşıncaya kadar çürük dentin dokusu uzaklaştırılması gerektiği bildirilmiştir (Neves ve ark., 2011a). Ancak günümüzde, yüzeysel enfekte dentin tabakasının ve alttaki etkilenmiş dentin tabakasının tanımlanması, çürük dokunun uzaklaştırılmasında daha akılcı bir yaklaşımın temelini oluşturmuştur (Allen ve ark., 2019; Banerjee, 2018) . Bu nedenle enfekte dentinin uzaklaştırılması ve etkilenmiş dentinin korunmasının restorasyonun uzun süreli sağ kalımı ve çürüğün ilerleme sürecinin durdurulması için ön koşul olarak tanımlanmıştır (Kidd, 2004). Bu sebeple çürük dentin dokusunun selektif olarak uzaklaştırılmasında daha objektif ve daha konservatif yöntemlere yönelim artmaya başlamaktadır (Banerjee ve ark., 2000b; Yonemato ve ark., 2006).

İdeal bir çürük uzaklaştırma yönteminin sahip olması gereken özellikler aşağıda belirtilmektedir:

- Klinik olarak kullanımı rahat ve kolay olmalı
- Sadece çürük dokuyu kaldırmalı, sağlam dokulara zarar vermemeli
- Ağrısız ve sessiz olmalı, operasyon esnasında en düşük düzeyde basınç gerektirmeli
- Vibrasyon yapmamalı, ısı oluşturmamalı

- Ucuz ve elde edilmesi kolay olmalı (Banerjee ve ark., 2000b)

Enfekte dentin dokusunun selektif olarak uzaklaştırılması için farklı materyallerle üretilen frezler, kemomekanik yöntemler, sonoabrazyon, air abrazyon, ultrasonik enstrümanlar, lazerler, enzimler, floresans destekli çürük uzaklaştırma yöntemi gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve hekimlerin kullanımına sunulmuştur (Arvidsson ve ark., 2002; Bertassoni ve Marshall, 2009; Buchalla ve Lennon, 2002; Ganesh ve Parikh, 2011; Haak ve ark., 2000)

1.4.1. Polimer Frezler

Polimer frezler, 2000'li yılların başında Boston tarafından tanıtılmıştır. Yumuşak polyamide/imide polimer materyalinden yapılmıştır. Polimer frezlerin Knoop sertlik değerleri 50 iken, çürük dentinin Knoop sertlik değeri 0 ile 30 arasında değişmekte, sağlıklı dentinin Knoop sertlik değeri ise 70 ile 90 arasında değişmektedir. (Boston, 2003; Dammaschke ve ark., 2008; Maarouf ve ark., 2018). Bu nedenle polimer frez ile çürük doku uzaklaştırılırken frezde aşınma olmaz fakat sağlıklı dokuya gelindiğinde frez aşınır. Tek kullanımlık bir frez olup düşük devirli döner alet ile kullanılır. Çürük uzaklaştırılırken lezyonun orta kısmından başlanır ve periferik doğru hareket edilir. Çürük uzaklaştırmada, karbit frezlerden daha az efektif bir frez türüdür (Allen ve ark., 2005).

1.4.2. Seramik Frezler

CeraBur adıyla piyasaya sürülen bu frezler, özel olarak zirkonya ile stabilize edilmiş, alümina bazlı frezlerdir. Geleneksel rond frezlere benzemektedir ve piyasada 4 farklı çap ve boyutları bulunmaktadır. CeraBur enstrümanları düşük devirli döner aletler ile 1.000 min^{-1} - 1.500 min^{-1} arasında hızda kullanılmaktadır. Seramik frezler yumuşak ve enfekte dentini uzaklaştırırken, sağlam ve sert diş dokusunda minimal

aşındırma yapmaktadır. Çürük uzaklaştırma işlemi esnasında sağladığı dokunsal geri bildirim sayesinde minimal invaziv çürük uzaklaştırma prensibiyle çalışması, böylece daha az dentin tübülünün açığa çıkması ve geleneksel rond frezlerle kıyaslandığında ağrı duyusunun daha az tetiklenmesi gibi avantajları bulunduğu bildirilmektedir (Avunduk ve Bağlar, 2019; Vusurumarthi ve ark., 2020).

1.4.3. Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)

ART, yaklaşık 30 yıl önce, restoratif tedavinin, elektrik, su gibi çeşitli alt yapı eksiklikleri nedeniyle mümkün olmadığı koşullarda, kavitasyon oluşturmuş dentin çürüklerinin tedavisini mümkün kılmak üzere önerilmiştir (Frencken, 2017; Frencken ve ark., 1996). ART, çürüğün ilerlemesini durdurmak amacıyla, sadece ekskavatörler yardımıyla çürüğün uzaklaştırılması ve kavitenin adeziv özelliklere sahip restoratif bir materyal olan cam iyonomer siman ile doldurulması esasına dayanan minimal invaziv bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Bayhan, 2018; Frencken, 2017; Frencken ve Holmgren, 2014). Ayrıca ART yöntemi klinik şartlarda anksiyeteye sahip, aşırı korkusu olan çocukların, eve bağımlı olarak yaşayan yaşlıların, fiziksel veya mental retardasyona sahip bireylerin diş tedavilerinde de önerilmektedir. Ağrısız, minimal düzeyde kavite preparasyonu gerektiren, uygulaması kolay, lokal anestezi ihtiyacı olmayan, diş yapısını koruyan, pulpa ekspoz riski az olan bir yöntemdir (Cole ve Welbury, 2000; Frencken ve ark., 2012;). Ancak Geleneksel yöntemle kıyasla, çürük doku temizleme özelliğinin yetersiz kalması bu yöntemin en önemli dezavantajıdır. Marjinal sızıntıyı yeterli düzeyde engelleyemediği için tek yüzeyle restorasyonlarda başarısının daha yüksek olduğu ileri sürülmüştür (Cole ve Welbury, 2000; Şener ve ark., 2011).

1.4.4. Air Abrazyon Yöntemi

Bu yöntem alüminyum oksit parçacıklarının yüksek hava basıncı ile diş yüzeyine püskürtülmesi sonucu diş sert dokularını aşındırması esasına dayanmaktadır (Moslemi ve ark., 2010).

Air-abrazyon yöntemi restoratif diş hekimliğinde çeşitli alanlarda kullanılmaktadır:

- Yüzeyel mine defektlerinin kaldırılması
- Fissür örtücü uygulaması için diş yüzeyinin temizlenmesi
- Koruyucu rezin restorasyon uygulamaları için preparasyon
- Kompozit, cam iyonomer ve porselen restorasyonların kaldırılması
- Küçük Black I ve V kaviteilerin açılması
- Diş lekelerinin ve diş taşlarının uzaklaştırılması (Tulga ve Kara, 1998; White ve Eakle, 2000).

Çalışma esnasında ısı, vibrasyon ve sesi elimine etmesiyle popüler hale gelen bu yöntemin en önemli dezavantajı diş dokusunun kesilmesi esnasında el hassasiyetinin ortadan kalkmasıyla birlikte, sağlam dentinin çürük dentinden daha fazla uzaklaştırılmasıdır. Abraziv tozların çalışma alanının görünürlüğünü etkilemesi, kavite duvarlarını ve marjinleri kaldırmakta yetersiz olması, özellikle çocuklarda partiküllerin inhalasyonu sonucunda amfizem ve kronik granülmatöz reaksiyonlara sebep olabilmesi de yöntemin dezavantajları arasındadır. Çalışma esnasında oluşan partiküllerin sebep olduğu dezavantajlar sebebiyle hastalara rubber-dam uygulaması, personelin maske kullanması ve kliniğin havalandırmasının iyi çalışır durumda olması gibi önlemler alınmalıdır (Banerjee ve ark., 2000c; Neves ve ark., 2011b; White ve Eakle, 2000).

1.4.5. Air Polishing

Aşındırıcı partikül olarak sodyum bikarbonatın kullanıldığı bu yöntemde, partiküllerin diş yüzeyine uygulanmasında hava ve su basıncından faydalanılmakta olması bu yöntemin air abrazyon yönteminden temel farkıdır. Akışkanlığın artırılabilmesi için ağırlıkça %0,08 oranında trikalsiyum fosfat eklenmektedir (Banerjee ve ark., 2000b; Walmsley ve ark., 1987). Sert diş dokusu yüzeylerinde, lekelerin, diş taşlarının ve plağın uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaktadır ancak yine de kavite preparasyonu sonunda çürük dentin dokusunun uzaklaştırılmasında da kullanılabileceği rapor edilmiştir. Yöntemin selektif olmaması, kontrolsüz kullanımı sonucunda ileri düzeyde aşındırıcı özellikte olabilmesi sebebiyle sağlıklı dokularda ve restorasyonlarda yüzey bozulmalarına sebep olabilmesi yöntemin dezavantajlarından (Banerjee ve ark., 2000b; Lubow ve Cooley, 1986).

1.4.6. Ultrasonik Enstrümanlar

1950'lerde Nielsen ve ark., yapmış oldukları bir çalışmada yüksek frekanslı ultrasonik aletlerin ön ve arka grup dişlerde daha konservatif bir preparasyon gerçekleştirebilmek için kullanılabileceğini önermişlerdir (Nielsen ve ark., 1955).

Bu yöntemde koyu kıvamlı alüminyum oksit-su karışımı, kesici ucun ve abrazyiv parçacıkların 25kHz frekansa sahip manyetostriktif bir alet ile diş yüzeyine aktarılmaktadır. Su moleküllerinin yüksek frekans ile uygulanması sonucu oluşan kinetik enerjisi, diş sert dokusunu aşındırmaktadır. Dokunun sertlik derecesinin, dokunun prepare edilebilirliğiyle doğru orantılı olarak bulunmuştur. Yumuşak, çürük dentin yeterince uzaklaştırılamamış; ancak daha sert, daha derin tabaka ultrasonik cihaza daha duyarlı olarak bulunmuştur (Banerjee ve ark., 2000c; Nielsen ve ark., 1955). Ses, vibrasyon, sıcaklık ve basınç oluşumunun aza indirgenmesi ve lokal anesteziye duyulan ihtiyacı azaltması bu yöntemin avantajları arasında sayılmaktadır (Laird ve Walmsley, 1991).

1.4.7. Sono Abrazyon

Sono abrazyon olarak isimlendirilen bu teknik, modifiye edilmiş aşındırıcı uçların yüksek frekanslı konik air-scaler'larla birlikte kullanıldığı özel bir yöntemdir. Uçlar, 0.08 - 0.15 mm aralığında horizontal düzlemde ve 0.055 - 0.135 mm aralığında vertikal düzlemde olmak üzere eliptik hareket yaparlar. 40 µm grenli elmas ile kaplanmıştır ve 20-30 mL / dak.lık bir akış hızında su kullanılarak soğutulurlar. Kavite preparasyonunun son aşamasında gerekli hava basıncı 3,5bar civarındadır. Güncel olarak üç farklı alet ucu bulunmaktadır: Bunlar; uzunlamasına yarım torpido şekli (9,5 mm uzunluğunda, 1,3 mm genişliğinde), küçük bir yarım küre (1,5 mm çapında) ve büyük bir yarım küre şeklindedir (2.2 mm çapında). Aletin ucuna uygulanan kuvvet 2 N civarında olmalıdır. Eğer uygulanan basınç bu değerden yüksek olursa aletin kesme verimliliği azalacaktır. Bu teknik başlangıçta farklı şekilli uçlar kullanılarak önceden belirlenmiş kavite sınırlarının hazırlanmasına yardımcı olmak için geliştirilmiştir. Fakat aynı zamanda kavite preparasyonunu bitirirken sert dokunun uzaklaştırılmasında da iyi sonuç verdiği görülmüştür. Yumuşak, çürük dentin dokusunu uzaklaştırmak için sono-abrazyon tekniği kullanılan laboratuvar çalışmalarından elde edilen olumlu sonuçlar, gelecekte bu tekniğin başka bir kullanım alanı olabileceğini göstermiştir. (Banerjee ve ark., 2000b; Banerjee ve ark., 2000d).

1.4.8. Kemomekanik Yöntemler

Çürük dokunun uzaklaştırılmasında diğer mekanik yöntemlerin aksine kimyasal ajanların kullanıldığı yöntemdir. Bu yöntem, endodontist olan Goldman'ın sodyum hipokloritin organik doku çözücü olarak kök kanallarında kullanılmasından yola çıkarak, bu materyalin aynı zamanda çürük dentin dokusunun uzaklaştırılmasında da kullanılabileceği fikriyle 1970'lerde ortaya çıkmıştır (Goldman ve Kronman, 1976).

Kemomekanik çürük temizleme ajanları sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzimatik bazlı olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır:

1. Sodyum hipoklorit bazlı olanlar

- GK-101
- GK-101E (Caridex)
- Carisolv

2. Enzimatik bazlı olanlar

- Papacarie
- Biosolv (Hamama ve ark., 2013)

1975 yılında Habib ve ark.'nın non-spesifik bir proteolitik ajan olan sodyum hipokloriti (NaOCl) dentinde çürük uzaklaştırma ajanı olarak kullandığı bildirilmiştir. Ancak NaOCl sadece çürük dentini kaldırmakla kalmayıp, sağlıklı dentin dokusuna da zarar vermektedir. Bu problemi elimine edebilmek için sodyum hidroksit (NaOH), sodyum klorit (NaCl) ve glisin ile birleştirilmiştir. Bu birleşimin sonucunda glisinin klorlanmış formu olan N-monokloroglisin (NMG) ortaya çıkmış ve GK 101 olarak adlandırılmıştır. Piyasada yer alan ilk kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı GK 101'dir (Ganesh ve Parikh, 2011; Goldman ve Kronman, 1976).

Goldman ve Kronman, N-monokloroglisin (NMG, GK-101) kullanarak kimyasal olarak çürük dokunun temizlenebilmesi olasılığını bildirmişlerdir. Yapılan bir modifikasyon sonrasında, N-monokloro-D, L-2-aminobutirat (NMAB, GK-101E) içeren Caridex sistemi tanıtılmıştır. Bu sistem, çürük uzaklaştırma için bir kimyasal-mekanik yöntem olarak geliştirilmiştir. NMAB (GK-101E) ile daha da yumuşatılan çürük dentin, bir aplikatör ucunun yüzeye hafifçe temas ettirilmesiyle kolayca uzaklaştırılabilmektedir. Yapılan birçok çalışmada, bu yöntemin hasta uyumunu artırması, lokal anesteziye duyulan ihtiyacı azaltması gibi avantajlar elde edilmiştir (Anusavice ve Kincheloe, 1987; Zinck ve ark., 1988).

Caridex sisteminin bazı dezavantajları göz önünde bulundurularak, Carisolv® (MediTeam Dental AB, Gothenburg, Sweden) adlı çözelti geliştirilmiştir. Carisolv, üç

farklı aminoasit (glutamik asit, lösin ve lisin) ve bu amino asitlere ilave olarak karboksimetilselüloz, eritrosin, sodyum klorit ve sodyum hidroksit içeren kırmızı bir jel ile %0,5' lik sodyum hipoklorit içeren renksiz bir sıvıdan oluşmaktadır. Çözelti 11 civarında bir pH değerine sahiptir ve amino asitler üzerindeki pozitif ve negatif yüklü grupların klorlu hale geldiği ve daha sonra çürük dokunun matriksindeki kolajen çapraz bağını bozduğu kabul edilmektedir. Jel kıvamı, aktif moleküllerin, Caridex sistemindekinden daha uzun bir süre boyunca dentinle temasına izin verebilmektedir (Banerjee ve ark., 2000b ;Kathuria ve ark., 2013).

Enzimatik bazlı kemomekanik çürük temizleme ajanlarından olan Papacarie ise 2003 yılında Brezilya'da tanıtılmıştır. Papain, kloramin, toluidin mavisi, su, tuz ve inceltici içermektedir (Matsumoto ve ark., 2013). Biyouyumlu ve antibakteriyel olması, smear tabaka oluşturmaması, anestezi ihtiyacının olmaması gibi avantajlara sahip olan bu yeni ajan ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (Bussadori ve ark., 2006; Turgut, 2017).

Biosolv ise (SFC-V and SFC-VIII, 3M-ESPE AG, Seefeld, Germany) henüz deney aşamasında olan bir diğer enzimatik bazlı kemomekanik çürük temizleme ajanıdır ve hakkındaki bilgi üretici firmanın aktardıkları ile sınırlıdır (Bağlar ve Avunduk, 2018; Hamama ve ark., 2013).

1.4.9. Lazerler

1960 yılında Maiman tarafından ilk yakut lazerin geliştirilmesinden bu yana araştırmacılar, ağızda hem sert hem de yumuşak dokuların kesilmesinde lazerin kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Adrian ve ark., 1971).

Lazerler genel olarak; hücresel aktiviteyi stimüle eden, düşük enerjili dalga boyuna sahip yumuşak doku lazerleri ve kesim, pıhtılaşma ve dokuyu buharlaştırma gibi işlemlerde kullanılan sert doku lazerleri olarak 2gruba ayrılmıştır. Yumuşak doku

lazerleri Argon, CO₂, Diode, ve Nd:YAG lazerlerdir. Sert doku lazerleri ise Er,Cr:YSGG ve Er:YAG lazerlerdir (Martens, 2011; Yip ve Samaranayake, 1998).

Çocuk diş hekimliğinde lazerin sert dokuda kullanım alanları:

- Lazer floresans ile çürük tespitinde
- Çürük uzaklaştırmada
- Kavite preparasyonunda
- Pit ve fissür örtücü uygulamalarında
- Vital ve non-vital dişlerin beyazlatılmasında
- Vertikal kök kırıklarının kaynaştırılmasında
- Eski restoratif materyallerin uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır (Fatima, 2015).

1.4.10. Enzimler

Çalışmalar, bazı enzimleri kullanarak çürük dentinin uzaklaştırılabilme olasılığını incelemiştir. Çürük lezyonun altındaki sert dentin katmanlarını etkilemeyen bakteriyel *Achromobacter* kollajenaz enzimi kullanılarak, çürük dentin dokusu uzaklaştırıldıktan sonra, dentin yüzeyindeki açığa çıkan kollajen SEM ile incelendiğinde bakteriye rastlanmadığı bildirilmiştir (Banerjee ve ark., 2000b).

Ayrıca, başka bir çalışmada, *Streptomyces griseus* kaynaklı spesifik olmayan proteolitik enzim olan pronaz enzimi, çürük dentin uzaklaştırılmasına yardımcı olmak için kullanılmıştır. Bu özellik, önemli klinik etkilere sahip olabilir, ancak bu tekniğin doğrulanması için daha fazla laboratuvar araştırması gereklidir (Beltz ve ark., 1999).

Sodyum hipoklorit gibi spesifik olmayan ajanların aksine enzimlerin “self-limiting” özelliğinin olmasının yanısıra, proteolitik enzimlerin aktivitelerinin onların özel substratları ile sınırlı olması, sadece optimum pH’larında aktivite göstermeleri,

lokal pH değiştiğinde inaktive olmaları bu yöntemin dezavantajıdır (Ahmed ve ark., 2008).

1.4.11. Çürük Tespit Boyaları

Çürük tespit boyalarının enfekte dentinin tespit edilmesini kolaylaştırabilmek amacıyla kullanılabileceği, Sato ve Fusayama (1976) tarafından, bildirilmiştir. Caries Detector (Kuraray Medical Inc., Japonya), propilen glikol karışımı olan kırmızı bir boyadır. Propilen glikol, çürük doku içindeki gözeneklerden infiltre olup, enfekte dentinde kırmızı bir boyanmaya sebep olmaktadır ve hekime görsel bir ipucu oluşturmaktadır (Kuboki ve ark., 1983). Çürük tespit boyaları, pulpayı çevreleyen normal dentin ve mine-dentin birleşimindeki sağlam dentin de dahil olmak üzere daha az mineralize dentinin organik matriksini boyamaktadırlar. Bu nedenle çürük tespit boyalarının kullanımı sağlam diş dokularının gereksiz yere uzaklaştırılmasına neden olabileceği düşünölmektedir (Dorothy McComb, 2000; Lennon ve ark., 2002).

1.4.12. Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma (FACE) Yöntemi

Bir maddenin floresans özelliği, ışığın bir madde tarafından emilmesi ve aynı zamanda daha uzun bir dalga boyunda yayılması olarak tanımlanmaktadır. Floresans bir madde, aldığından daha fazla görünür ışık yayar, bu da sadece üzerine düşen görünür ışığı yansıtabilen floresan olmayan bir maddeden daha parlak görünmesini sağlar. Florofor terimi ise, moleküllerinin uyarılması üzerine neon rengi gibi bir yanılsama veren bazı bileşenleri veya pigmentleri tarif etmek için Ralph M. Evans tarafından kullanıldığı bildirilmiştir (Mualla, 2016). Floroforlar doğada balıklar, çiçekler, bazı değerli taşlarda vb. bulunmasının yanı sıra medikal alanda spektroskoplar veya X-Ray cihazlarıyla bazı materyallerin incelenmesinde işaretleyici olarak kullanılmaktadırlar (Mualla, 2016; Valeur, 2003). Luminesans ise, kimyasal etkileşimlerin ışık ürettiği canlı organizmalarda meydana gelen biyoluminesansa ek

olarak, floresans (kısa süreli yayılım) ve fosforesans (uzun süreli yayılım) terimlerinin birleşimine karşılık gelmektedir. Floresans ve fosforesans arasındaki fark ise; floresan yayılma sadece ışıkla uyarılma esnasında oluşurken, fosforesans süreci ışıkla uyarılma bittikten sonra da bir süre daha ışığın yayılmaya devam etmesidir (Catelan ve ark., 2015; Shakibaie ve ark., 2011).

Floresansın diş hekimliği alanındaki kullanımının, dişteki ışık yayılımı incelemelerinin 1911'de Stubel'in tavşan dişlerini UV ışık kullanarak incelemesi ve yoğun bir mavi ışık yayıldığını gözlemlesiyle başladığı bildirilmiştir. Bunu 1924'te çürük ve sağlam dişler arasındaki floresans farkın araştırılması izlemiştir. Benedict'in 1928 yılında mine, dentin ve sementin floresans özellikleri üzerine çalışma yaptığı bildirilmiştir. Hartles ve Leaver adlı araştırmacıların ise 1953'te farklı diş yapılarının floresan özelliklerini inceledikleri, minenin mavimsi beyaz bir görünüme sahip floresan gösterdiğini araştırmaları rapor edilmiştir (Gamborena ve Blatz, 2011). 1963 yılında Armstrong'un farklı diş dokusu örneklerinin otofloresans özelliklerini araştırdığı, 1980'den bu yana Albin, Alfano, Buchalla gibi birçok araştırmacının çürük ve sağlam diş dokularının floresan özelliklerini çeşitli UV ışık yayılma dalga boyları uygulayarak incelediği rapor edilmiştir (Shakibaie ve ark., 2011).

Florometrik araştırmalar, diş dokusunun ana floresans bileşiği olarak kabul edilen hidroksiapatitin, kollajen ile çapraz bağlandığını göstermiştir. Bir dişin organik yapısı çürük gibi bir sebeple etkilendiğinde, dişin hem gün ışığında hem de UV ışık altında parlaklığını kaybettiği ve koyu kahverengi görüldüğü bildirilmiştir (Lee ve ark., 2005). Araki ve arkadaşları (2001) maksiller ve mandibular dişler arasında ve cinsiyete göre dişlerin floresans özelliklerinde anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Sadece yaşlanma ile birlikte minenin aşınmasıyla dentin kalınlığının göreceli olarak artması sebebiyle dişlerin floresans özelliğinde artış meydana geldiğini bildirilmişlerdir.

Dental dokuların floresan özelliği diş hekimliğinde; mikrosızıntı araştırmalarında, diş morfolojisi incelemelerinde, histopatolojik araştırmalarda, adeziv

restorasyonların özellikleri ve kavite duvarına adaptasyonlarının araştırılmasının yanı sıra diş çürüğünün tespitinde de kullanılmaktadır (Mualla, 2016; Wolf, 2003).

Dentin çürüğünde bulunan bakteriler, metabolizmalarının sonucunda bol miktarda yan ürün üretmektedirler. Bunlar porfirin ve türevleri (protoporfirin IX, koproporfirin) olarak bilinmektedirler ve sağlıklı diş yapısındaki konsantrasyonları yok denecek kadar düşüktür. Bu sebeple bu moleküller diş çürüğünün saptanmasında bir belirteç olarak kullanılabilir. Porfirinler 390 ile 420nm aralığında dalga boyunda, görünür mor-mavi bir ışıkla uyarılabilirler (Buchalla ve ark., 2004; Buchalla, 2005; Konigm ve ark., 1998; Walsh, 2018).

Lennon ve ark. (2006b) oral mikroorganizmaların kırmızı floresansını araştırdıkları bir çalışmada, tüm kolonilerin kırmızı veya yeşil floresans yaydığını ancak bazı türlerin (*S. oralis*, *S. sali varius*, *S. mutans*, *F. nükleatum* ve *S. Sobrinus*) yeşil görüntüsünün daha ağır basarken, bazılarının (*P. intermedia*, *A. naeslundii*, *A. israelii*, *L. fermentans*, *L. rhamnosus* ve *L. Casei*) kırmızı görüntüsünün daha ağır bastığını bildirmişlerdir. Bu bilgiden hareket ederek, kırmızı floresanın dentin çürüğüne neden olan bakterilerin saptanması için oldukça uygun olduğu ancak başlangıç çürüklerinde rol oynayan streptokokların varlığının uygun bir gösterge olmadığı sonucuna varmışlardır. Banerjee ve ark. (2010) ise dentinin sertliği ve otofloresansı arasındaki ilişkiyi araştırdıklarında, yumuşak dentinin otofloresansının enfekte dentinin saptanmasında objektif histolojik bir belirteç olabileceğini bildirmişlerdir.

2002 yılında Buchalla ve Lennon adlı araştırmacılar çürük diş dokusunun floresans özelliğini temel alan FACE yöntemini geliştirmişlerdir (Buchalla ve Lennon, 2002). Bu cihazın, klinik olarak enfekte ve etkilenmiş dentin arasında objektif bir ayırım yapılabilmesine olanak sağladığını savunmuşlardır. Bu yöntemde çürük diş dokusu 405nm dalga boyunda mavi-mor ışıkla aydınlatılmaktadır. Bu ışığın çıplak gözle izlenmesinin göz sağlığı üzerine olumsuz etkileri olması sebebiyle, hekim kaviteyi 530nm filtreli sarı camlı özel bir gözlük ile gözlemlemektedir (Buchalla ve

Lennon, 2002; Lennon 2003). Kırmızı-turuncu floresans olarak gözlenen alanların düşük devirli bir döner alet ve frez ile uzaklaştırılması, yeşil floresan olarak gözlenen alanların ise korunması gerektiği bildirilmektedir (Lennon, 2003; Lennon ve ark., 2006a; Lennon ve ark., 2009). Bu görünür otofloresansın, çürüğün uzaklaştırılmasında son noktanın belirlenebilmesi için görsel dokunsal yöntem veya çürük tespit boyasına göre çok daha objektif bir yardımcı olduğu gösterilmiştir. Ayrıca bu yöntemin doğruluğu konfokal mikroskopi ile değerlendirildiğinde, çürüğe yüksek duyarlılık ve özgüllük gösterdiği bildirilmiştir (Buchalla ve Lennon, 2002; Lennon ve ark., 2002).

60 adet çekilmiş okluzal çürüğü olan daimi molar diş kullanılan in vitro bir çalışmada FACE, geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemi ve çürük tespit boyası kullanılarak oluşturulan kavitelerin büyüklüğünün ve kavitelerde kalan bakteri miktarının karşılaştırmalı olarak ölçülmesi amaçlanmıştır. 20'şer molar diştten oluşan gruplarda, çürük doku uzaklaştırılmasında geleneksel yöntem, çürük tespit boyası ve FACE kullanılmıştır. Kavitelerin ilk ve son hacimleri kavitelerin silikon bazlı bir ölçü materyaliyle ölçüsünün alınıp, bu ölçülerin ağırlık değerleri ve materyalin yoğunluğu kullanılarak hesaplanması sonucu ölçülmüştür. Hazırlanan kaviteler, konfokal mikroskopi ile incelendiğinde, konfokal görüntüler üzerindeki oluşan floresansın yoğunluğu FACE grubunda diğer gruplara göre anlamlı ölçüde daha az olarak saptanmıştır. Sonuç olarak gruplar arasında, ilk ve son hacim ölçümleri karşılaştırıldığında ve konfokal mikroskopi ölçümlerine göre, FACE'in kavite büyüklüğünü artırmadan enfekte dentin uzaklaştırılmasında daha etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (Lennon ve ark., 2007).

FACE, çürük tespit boyası, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi ve geleneksel yöntem kullanılarak, yöntemlerin çürük doku uzaklaştırma süresi ve kavitedeki enfekte dentin uzaklaştırma başarısının değerlendirilmesi amacıyla in vitro bir çalışma yapılmış ve okluzal çürüğü olan çekilmiş 100 adet daimi molar diş rastgele olarak 4gruba ayrılmıştır. Dişler, çürük lezyonun merkezi boyunca ikiye bölünmüş ve çürük uzaklaştırma işlemi tek bir operatör tarafından aynı yöntemle (paslanmaz çelik rond frez ile) yapılmıştır. Çürük uzaklaştırma süresi herbir örnek için ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bu sonuca göre FACE grubunun çalışma süresinin diğer gruplara göre

anlamli derecede kısa olduğu tespit edilmiştir. Dentin túbüllerindeki bakteri varlığı ışık mikroskopu ile kontrol edildiğinde FACE grubundaki rezidüel bakteri sayısının, kemomekanik çürük uzaklaştırma ve çürük tespit boyası grubuna göre anlamli derecede az olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel yöntemle FACE grubu karşılaştırıldığında arada istatistiksel olarak anlamli bir fark olmadığı tespit edilmiş fakat sayısal olarak FACE grubunda daha az bakteriye rastlandığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada çürük uzaklaştırma süresinin ve enfekte dentinin başarıyla uzaklaştırılmasının en iyi kombinasyonunun FACE kullanılarak elde edildiği bildirilmiştir (Lennon ve ark., 2006a).

Çekilmiş 40 adet daimi molar diş kullanarak yapılan bir invitro çalışmada, ortalama çürük lezyonu boyutu benzer olacak şekilde 2 grup oluşturulmuştur. Grupların birinde çürük uzaklaştırma işlemi FACE ile yapılırken diğer grupta geleneksel yöntem kullanılmıştır. Örneklerdeki floresans varlığı konfokal mikroskop kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre FACE grubunda rezidüel bakteri varlığının, geleneksel yöntemle kıyasla anlamli derecede daha az olduğu bildirilmiştir (Lennon, 2003).

Floresans destekli çürük uzaklaştırma yönteminin etkinliğinin değerlendirilmesinin amaçlandığı bir diğer çalışmada 40 adet çekilmiş daimi premolar ve molar diş kullanılmıştır. Dişler 2 gruba ayrılmıştır. Gruplardan biri tedavi edilmeden bırakılırken, diğer grupta kırmızı-turuncu floresans gösteren alanlar kaldırılncaya kadar çürük doku uzaklaştırılmasına devam edilmiştir. Rezidüel bakteri varlığı DIAGNODENT, çürük tespit boyası ve görsel dokunsal yöntemle de ayrıca muayene edilmiş olup, konfokal mikroskopiyle sonuçlar doğrulanmıştır. Kullanılan 4 yöntem karşılaştırıldığında floresans destekli yöntemin, en yüksek duyarlılık, özgülük ve doğru tespit yüzdesine sahip olduğu bildirilmiştir (Lennon ve ark., 2002).

Floresans destekli çürük uzaklaştırma yönteminin süt dişlerinde değerlendirilmesinin amaçlandığı çalışmada, 66adet çekilmiş süt molar ve keser diş kullanılmış olup, dişler FACE, çürük tespit boyası ve geleneksel yöntemle çürük

dentin dokusunu uzaklaştırmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Çürük doku uzaklaştırıldıktan sonra örnekler Giemsa boyasıyla boyanıp, enfekte doku varlığı ışık mikroskopuyla araştırılmıştır. Geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemine kıyasla FACE grubunda anlamlı derecede daha az enfekte dentine rastlanırken, çürük tespit boyası grubuyla FACE arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Lennon ve ark., 2009).

Diğer bir çalışmada ise; geleneksel yöntem, çürük tespit boyası kullanılarak çürük uzaklaştırılması yöntemi ve FACE yönteminin minimal invazivlik potansiyeli in vivo koşullarda, dişlerden çürük uzaklaştırma işlemi öncesi ve sonrasında standardizasyonu sağlanmış dijital periapikal radyografiler alınıp değerlendirilmiştir. Kavitelere derinlik ve genişlik artışı kaydedilmiştir ve yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamakla birlikte FACE yönteminin çocuk diş hekimliğinde kullanımı önerilmektedir (Zayet ve ark., 2019).

Peşkersoy ve arkadaşlarının (2015) yaptığı çalışmada, görsel muayene ve çürük tespit boyasının etkinliğinin FACE ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmaya 273 hasta dahil edilmiş ve hastaların maksiller ve mandibuler, molar ve premolar dişlerine toplamda 451 OM/OD kavite açılmıştır. Açılan kaviterler görsel ve dokusal olarak muayene edilmiş ve çürük doku bulunmadığı rapor edilmiştir. Kavitelere daha sonra FACE ışığı ile bakılmış ve yine çürük doku varlığı/yokluğu kayıt edilmiştir. Ardından kaviterler, çürük tespit boyası ile boyanmış ve yine boyanan alanlar kayıt altına alınmıştır. FACE'in rezidüel çürük teşhisinde geleneksel yöntemle göre daha etkin olduğu bildirilirken, çürük tespit boyasıyla arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Bu in vivo çalışmayla, FACE'in klinik olarak da kabul edilebilir ve kolay bir yöntem olduğu saptanmıştır.

Yöntemin avantajlarının yanında, floresansı oluşturmak için kullanılan görünür mor ışığın, hasta ve klinisyen için tehlikeli olabilmesi bu yöntemin kısıtlılığı olarak bildirilmiştir (Lennon ve ark., 2006b; Lennon ve ark., 2007). Ayrıca kırmızı floresansı oluşturan bakteri metabolitlerinin, uyarma ışığı ile uzun süre aydınlatılması daha az

kırmızı floresans oluşmasına sebep olmaktadır. Bu da enfekte dentin dokusunun yetersiz şekilde uzaklaştırılmasına sebep olabilmektedir. Bunu güvenilir bir şekilde önlemek için, FACE ile kavitenin aydınlatılma süresinin 3 dakikadan fazla olmaması önerilmektedir (Lennon ve ark., 2009).

1.5. Amaç

Minimal invaziv diş hekimliği kavramı, enfekte ve etkilenmiş dentinin tanımlanması, adeziv ve biyouyumlu materyallerdeki gelişmelerle birlikte ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımın prensibi, diş dokusunun mümkün olduğunca korunması, uzaklaştırılan diş dokusu miktarının minimumda tutulması ve hastaların daha iyi bir ağız sağlığına sahip olmasının sağlanmasıdır. Minimal invaziv yaklaşım, diş hekimi koltuğunda geçen sürenin azaltılmasını ve böylece uzun süren invaziv tedavilerin sebep olduğu dental anksiyetenin azaltılmasını mümkün kılmaktadır.

Süt dişlerinde mine ve dentin kalınlığının daimi dişlere göre daha az olması, pulpa odası hacminin daha geniş olması ve pulpa boynuzlarının dış yüzeye daha yakın olması kavite preparasyonu esnasında pulpa perforasyonu ile karşılaşılabilme ihtimalini artırmaktadır. Bu durum, süt dişlerinde çürük uzaklaştırılması işleminde minimal invaziv yaklaşımın önemini ortaya koymaktadır.

Son yıllarda tanıtılan FACE yönteminin minimal invazivlik potansiyelinin iyi olduğu daimi dişler üzerinde yapılan in vitro çalışmalarla gösterilmiştir. Ancak yaptığımız literatür araştırmasında süt dişler üzerinde yapılan iki çalışmaya rastlanılmıştır. Çalışmalardan biri histolojik inceleme ile FACE yönteminin çürük uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi üzerine iken (Lennon ve ark.,2009) , diğeri in vivo koşullarda FACE yöntemi ile çürük uzaklaştırılması sonucu radyolojik değerlendirme ile kavite boyutunun gözlenmesi üzerinedir (Zayet ve ark., 2019). Tez çalışmamızda FACE yönteminin çürük uzaklaştırma etkinliğinin ve minimal invazivlik potansiyelinin in vitro koşullarda Mikro-BT ile değerlendirilmesi ve klinik uygulamalara ışık tutulması amaçlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Çekilmiş süt molar dişler üzerinde, geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemine karşı floresans destekli çürük uzaklaştırma yönteminin (FACE) verimliliğinin dişten uzaklaştırılan dentin miktarı ve kalan dentin dokusunun mineral yoğunluğunu değerlendirmek ve bu yöntemlerin minimal invazivlik potansiyellerinin mikro bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesini amaçladığımız tez çalışmamız için gerekli olan etik kurul onayı 36290600/12 sayı ile 08.06.2020 tarihinde Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır. Çekim endikasyonu konulan dişlerin çalışmada kullanılabilmesi için, hastaların velilerine çalışma hakkında bilgi verilmiş ve aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır.

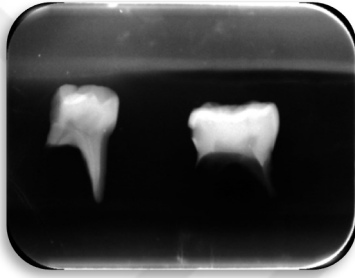
Örneklem genişliği hesaplaması için çalışmaya başlamadan önce 'güç analizi' yapılmıştır. Gruplar arasında Mikro-BT ölçümlerinden PC ortalamaları yönünden en az 10.3 mm³'lük bir farkın, %90 güç ve %5 yanılma düzeyinde istatistiksel olarak önemliliğini test edebilmek için grupların her birine en az 21'er örneğin alınması öngörülmüştür. 10.3 mm³'lük fark bilgisine literatür çalışmasından (Zhang ve ark., 2013) ulaşılmıştır. Hesaplamalar 1.039'luk bir etki büyüklüğü ile Student's t testi kullanılarak yapılmıştır. Örneklem genişliği hesaplamaları G*Power 3.0.10. (Franz Faul, Universität Kiel, Kiel, Germany) paket programında yapılmıştır.

İn vitro koşullarda yapılan çalışmamızda çekim endikasyonu konulmuş 42 adet çürüklü süt azı dişi kullanılmıştır. Dişler Ankara Üniversite Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Hastalıkları ve Cerrahisi kliniğinden toplanmıştır. Çalışmaya dahil edilecek olan dişler, Mount ve Hume çürük sınıflamasına göre çürüğün bulunduğu alan ve ilerleme evresi göz önünde bulundurularak orta ve geniş büyüklükte, ara yüz (Mount ve Hume Sınıflaması 2.2 ve 2.3) çürüğü bulunan dişler çalışmaya dahil edilmiştir (Çizelge 2.1). Derin çürüğü olan, pulpal perforasyonu olan veya perforasyon olma ihtimali olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu durum dişlerden periapikal radyograf alınarak ayrıca kontrol edilmiştir (70kVp, 7mA) (Şekil 2.1). Dişler,

üzerlerindeki eklentiler uzaklaştırıldıktan sonra cam kavanozda serum fizyolojik içerisinde saklanmıştır (Şekil 2.2).

Çizelge 2.1. Mount ve Hume Çürük Sınıflaması

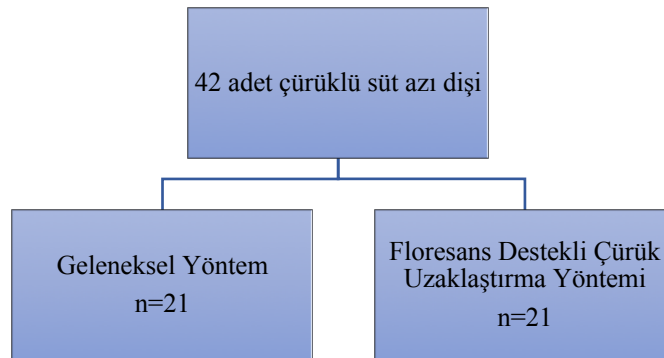
Konum	Boyut				
	Kavitasyon yok	Minimum	Orta	Geniş	Yaygın
Pit/Fissür 1	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
Arayüz 2	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
Servikal 3	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4

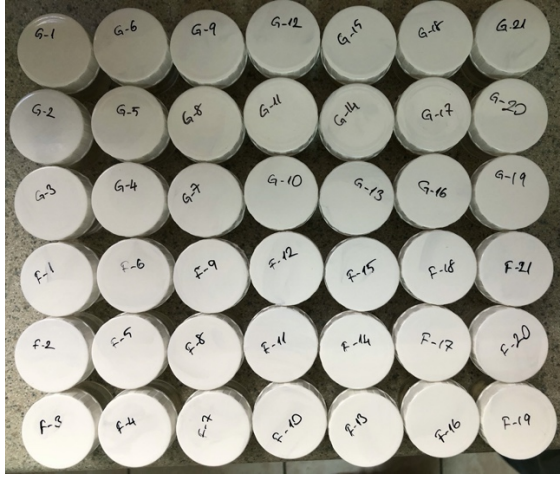


Şekil 2.1. Çalışmamıza dahil edilen süt molar dişlere ait periapikal radyograf

Çalışmamızda kullanılan çekilmiş 42 adet süt azı dişi, geleneksel yöntem ve floresans destekli çürük uzaklaştırılmasının karşılaştırılması için her grupta 21'er örnek olmak üzere rastgele olarak 2 gruba ayrılmıştır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Çalışma grupları





Şekil 2.2. Çalışma grupları

2.1. Çalışmamızda Kullanılan Materyaller

Çalışmamızda hem geleneksel yöntem hem de FACE yöntemi grubunda giriş kavitesi açılması esnasında mine dokusu kaldırılırken kaviteye uygun boyutta bir elmas rond frez yüksek devirli döner alet ile birlikte kullanılmış (Şekil 2.3), çürük uzaklaştırılırken ise kavite boyutuna uygun olarak seçilen farklı boyutlarda çelik rond frez düşük devirli bir döner alet ile birlikte kullanılmıştır (Şekil 2.4). Kullanılan elmas rond frez ve yüksek devirli döner aletin üretici firmaya ait özellikleri Çizelge 2.3'te, çelik rond frez ve düşük devirli döner aletin üretici firmaya ait özellikleri ise Çizelge 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Çalışmamızda kullanılan elmas rond frez ve yüksek devirli döner alet

Çizelge 2.3. Elmas rond frez ve yüksek hızlı döner alete ait özellikler

Yöntem	Ticari Adı	Üretici Firma	LOT
Elmas Rond Frez	Elmas Frez ISO No:	Meisinger, Hager&meisinger, Düsserdolf, ALMANYA	A68160
Yüksek Hızlı Döner Alet	W&H Alegria TE-95 BC	W&H Dentalwerk, Bürmoos, Austria	



Şekil 2.4. Çalışmamızda kullanılan çelik rond frez ve düşük devirli döner alet

Çizelge 2.4. Çelik rond frez ve düşük hızlı döner alete ait özellikler

Yöntem	Ticari Adı	Üretici Firma	LOT
Çelik Rond Frez	Çelik Frez ISO No: 310204001001016	Meisinger, Hager&meisinger, Düsserdolf, ALMANYA	A68160
Düşük Hızlı Döner Alet	KaVo intramatic 20 ES	Kavo Dental GmbH, Biberach, ALMANYA	

Floresans destekli çürük uzaklaştırma (FACE) yönteminde kullanılan cihaz Şekil 2.5’te, cihazın teknik özellikleri ise Çizelge 2.5’te gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Floresans destekli çürük uzaklaştırma yönteminde kullanılan cihaz

Çizelge 2.5. Floresans destekli çürük uzaklaştırılması yönteminde kullanılan cihaza ait özellikler

Yöntem	Ticari Adı	Üretici Firma	Cihazın Teknik Özellikleri
Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma	Coxo Dental Caries Detection Light	COXO Dental Shanghai, CHINA	1. Adaptör çalışma voltajı : AC100-240V,50-60HZ 2. Işık dalgaboyu : LED yoğunluğu :40-280mw LED dalgaboyu : 380-420nm Diyagnostik gözlük: > 500nm

Çalışmamızda çürük uzaklaştırılmadan önce ve çürük doku uzaklaştırıldıktan sonra kavite hacminin ölçülmesi ve mineral yoğunluğu değişiminin karşılaştırılması için kullanılan Mikro-BT cihazı Şekil 2.6’da gösterilmektedir.



Şekil 2.6. Çalışmamızda kullanılan Mikro-BT cihazı

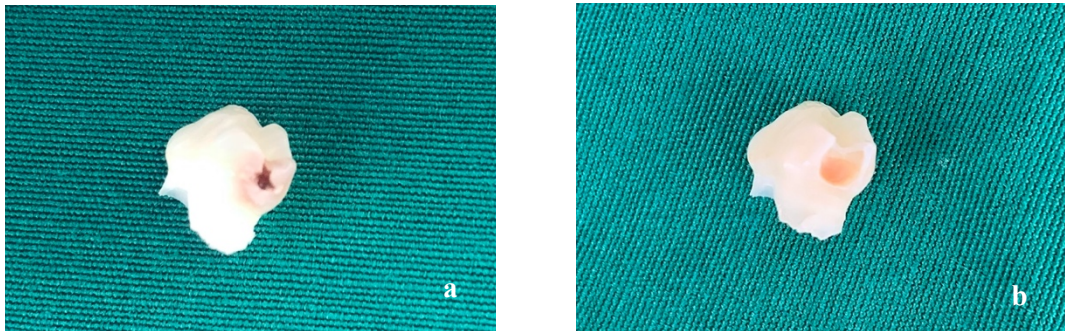
Çalışmamızda kullanılan Mikro-BT cihazının üretici firmaya ait özellikleri Çizelge 2.6’da gösterilmektedir.

Çizelge 2.6. Çalışmamızda kullanılan Mikro-BT cihazına ait özellikler

Ticari Adı		Üretici Firma
Mikro-BT	Bruker, SkyScan 1275 X-ray microtomography	Antwerp, BELÇİKA

2.2. Geleneksel Yöntemle Çürük Uzaklaştırma

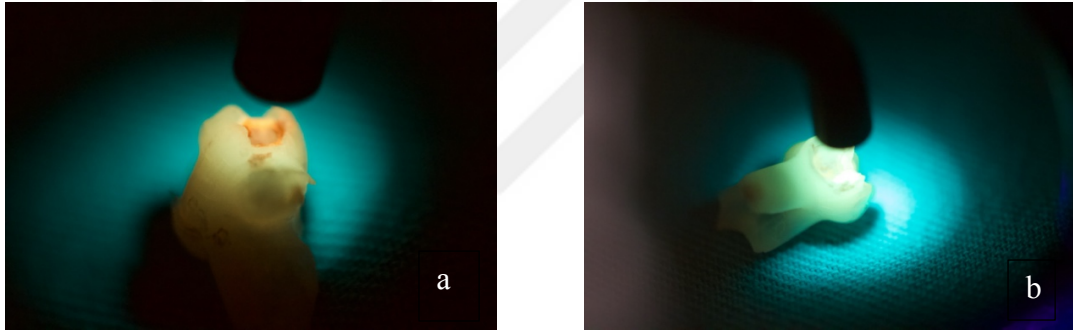
Çalışmamızda bu grupta 21 adet süt molar diş kullanılmıştır. Çürük uzaklaştırma işlemine, dişin boyutuna uygun bir elmas rond frez ve yüksek devirli bir döner alet yardımı ile mine dokusu uzaklaştırılarak başlanmıştır. Sonrasında, hazırlanan kaviteye uygun büyüklükte bir çelik rond frez ve düşük devirli bir döner alet ile çürük doku uzaklaştırılmıştır. Çürük doku varlığı keskin bir ekskavatör yardımı ile iyi bir aydınlatma altında geleneksel görsel-dokunsal yöntemle kontrol edilmiştir. Yumuşak dentin uzaklaştırılmış, sert dentin korunmuştur. Çürük doku kalmadığı düşünülünceye kadar aynı işlem tekrar edilmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. a. Çürüklü süt molar dişin görüntüsü **b.** Geleneksel yöntemle çürük uzaklaştırıldıktan sonra kavitenin görüntüsü

2.3. FACE Yöntemiyle Çürük Uzaklaştırma

Çalışmamızda bu grupta 21 adet süt molar diş kullanılmıştır. Dişin boyutuna göre seçilen bir elmas rond frez ve yüksek devirli bir döner alet yardımıyla mine dokusu uzaklaştırılmıştır. Ardından hazırlanan kavite 380-420nm dalga boyunda mavi-mor ışıkla aydınlatılırken, kavite 530nm sarı cam filtrelili bir gözlük ile gözlemlenmiştir. Operatör tarafından turuncu-kırmızı floresans şeklinde gözlenen alanlar enfekte dentini işaret ettiğinden bu alanlar dişe uygun boyutta bir çelik rond frez ve düşük devirli bir döner alet yardımı ile uzaklaştırılırken, yeşil floresans şeklinde gözlenen alanlar etkilenmiş dentin varlığını gösterdiğinden korunmuştur. İşlem esnasında direkt aydınlatmadan kaçınılmış, ortamın loş olmasına dikkat edilmiştir (Şekil 2.8)



Şekil 2.8. a. Çürüklü süt molar dişe FACE ışığı uygulanmasıyla kırmızı-turuncu floresans olarak yansıyan enfekte dentinin görüntüsü **b.** Çürük uzaklaştırıldıktan sonra kaviteye FACE ışığı uygulanmasıyla gözlenen yeşil floresans alanın görüntüsü

2.4. Mikro-BT İle Çürük Temizleme Etkinliğinin ve Minimal İnvazivlik Potansiyelin Değerlendirilmesi

Örneklerin taranmasından önce hidroksiapatit fantomlar kullanılarak cihazın x-ışını sertleşme eğrisi hazırlanmış ve Mikro-BT'nin standardizasyonu sağlanmıştır. 0,25 g/cm³ ve 0,75 g/cm³ iki farklı mineral yoğunluğa sahip 8 mm çaplı iki konik kalsiyumhidroksiapatit kristalinden elde edilmiş hidroksiapatit fantomları (HAP)

(Skyscan, Kontich, Belçika) Mikro-BT'nin kalibrasyonu ve x-ışının sertleşme artefaktını önlemek amacıyla kullanılmıştır.

Hidroksiapatit fantomları cihazın tarayıcı bölümüne yerleştirilmiştir. HAP fantomları 50 kvp, 80 mikroamper (mA) ve 11 mikro metre/piksel boyutla taranmış ve tarama esnasında detektörün önünde 0,25 mm alüminyum filtre yerleştirilerek çalışmada kullanılan Mikro-BT' nin (Skyscan 1275, Skyscan, Kontich, Belgium) ürettiği düşük enerjili X-ışınlarını elimine etmek için kullanılmıştır.

Mikro-BT'nin rotasyon basamağı $0,7^\circ$ ayarlanmış ve her bir örnek 180° derece rotasyonlu tarama yapılacak şekilde toplamda 964 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. Rekonstrüksiyon sırasında ışık sertleşme oranı %40, halka artifact redüksiyonu 4, smooting 3 olarak ayarlanmıştır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. HAP fantomlarının (0,75 ve 0,25 gr/cm³'lük) NRecon yazılımında işlenmiş görüntüleri

Tarama sırasında oluşabilecek halka artefaktını düzeltebilmek ve cihazın güç hesaplamalarını doğru yapabilmesi için her bir tarama öncesinde düz alan düzeltme 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.

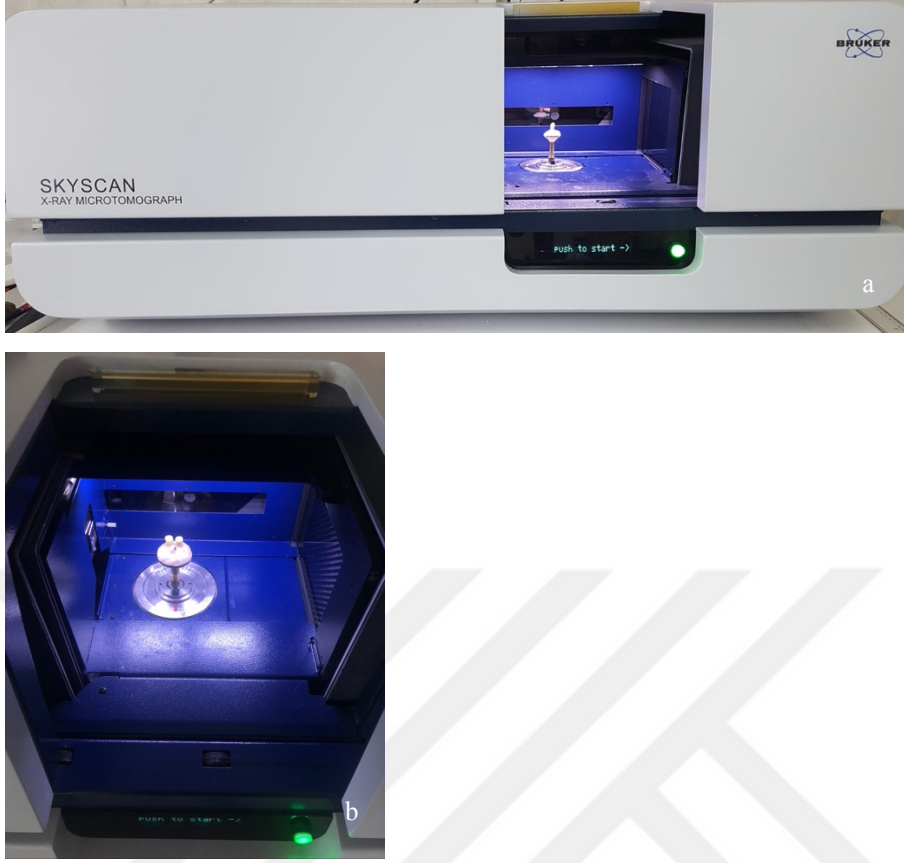
2.4.1. Örneklerin Taranması, Rekonstrüksiyonu ve İşlenmesi

Örnekler; parametreler HAP fantomların taranması ile aynı olacak şekilde 50 kvp, 80 miliamper (mA) ve 11 mikro metre/piksel boyutla taranmış, tarama esnasında detektörün önünde 0,5 mm alüminyum/bakır filtre yerleştirilmiş, rotasyon basamağı 0,7° olarak ayarlanmış, her biri 4000 milisaniye (ms) maruziyete kalacak şekilde 3 frame ve her bir örnek 180° rotasyonlu tarama yapılacak şekilde belirlenmiştir. Daha sonra NRecon yazılımı kullanılarak taranmış her bir dişin ayrı ayrı rekonstrüksiyonu yapılmıştır.

Dişler, sement ile minenin birleşim noktasının en az 2-3 mm apikalinden başlayarak kron kısmının tamamı görüntülenecek biçimde tarandı. Her bir dişin kron kısmının ilk Mikro-BT görüntüsü Skyscan 1275 desktop Mikro-BT (Skyscan, Kontich, Belçika) kullanılarak alınmıştır ve görüntüleme sonrası elde edilen 3D görüntü “Çürük uzaklaştırılmadan önce elde edilen görüntüler” olarak kabul edilmiştir. Örneklerin cihaza yerleştirilmeleri amacıyla ortodontik mum kullanılmıştır (Şekil 2.10.). Şekil 2.11’ de örneklerin cihaza yerleştirilmesi gösterilmektedir. Her tarama işleminde tek bir diş taranmıştır.



Şekil 2.10. Örneklerin cihaza yerleştirilmeleri için kullanılan ortodontik mum

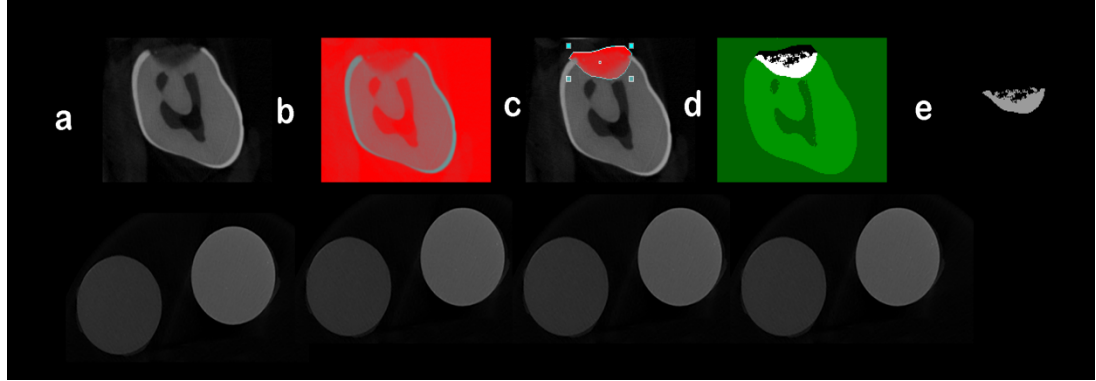


Şekil 2.11. a. b. Örneklerin cihaza yerleştirilmesi

Çürük uzaklaştırıldıktan sonra tüm dişler, önceden belirlenmiş ayarlar ile tekrar Mikro-BT kullanılarak görüntülenmiştir. Kesit görüntülerinden elde edilen 3D görüntülerin sonuçları “Çürük uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen görüntüler” olarak belirlenmiştir. “Çürük uzaklaştırılmadan önce elde edilen görüntüler” ve “Çürük uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen görüntüler” den elde edilen Mikro-BT verileri yeniden yapılandırılmıştır (NRecon versiyon 1.6.9.4, Skyscan, Kontich, Belgium).

Rekonstriksiyon sırasında ışık sertleşme oranı, halka artifact redüksiyon, smooting, frame avering herbir 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 (versiyon 1.13.5.1) yazılımına aktarılmıştır. CTAn yazılımında, her bir örneğin çürük temizleme işleminden önce ve sonra görüntüleri ayrı ayrı açılmıştır. Kavite sınırları tespit edilerek, analizin yapılabilmesi için üst ve altı sınırlar belirlenmiştir ve arada

kalan görüntülerden kavite alanları belirlenerek Region of Interest (ROI) seçilmiştir (Şekil 2.12.).



Şekil 2.12. a. Çürük doku horizontal kesit b. ROI (Region of Interest) c. ROI d. Threshold e. Binarization

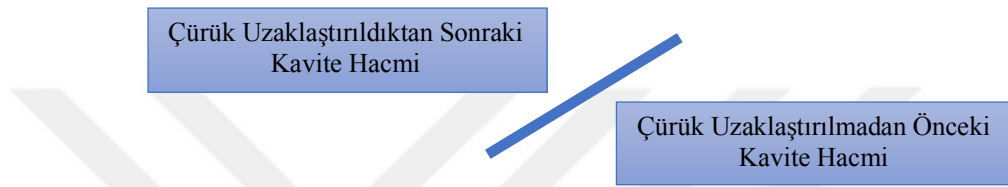
Seçilen ROI bölgelerinden CTan yazılımı aracılığıyla üç boyutlu görüntüler ile “Kavite Hacmi” ölçülmüştür.

2.4.2. Mikro-BT’de Taranmış Örneklerin Mineral Yoğunluk Ölçümleri İle Çürük Uzaklaştırma Etkinliğinin Değerlendirilmesi

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

2.4.3. Minimal İnvazivlik Potansiyeli (MIP)

Çürük doku uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemlerin minimal invazivlik potansiyellerinin değerlendirilmesi için çürük doku uzaklaştırıldıktan sonra ölçülen kavite hacmi, çürük doku uzaklaştırılmadan önce ölçülen kavite hacmine oranlanmıştır. Oranın 1'e yaklaşması minimal invazivlik potansiyelinin artması olarak değerlendirilmiştir. (Neves ve ark., 2011a; Turgut, 2017).



Şekil 2.13. Minimal invazivlik potansiyeli hesaplanması

2.5. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapıldı. Sürekli sayısal değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro-Wilk testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler medyan (1.çeyrek-3.çeyrek) biçiminde ifade edildi. Geleneksel ve FACE grupları içerisinde çürük uzaklaştırma işlemi öncesine göre çürük uzaklaştırma işlemi sonrası çürük kavitesi hacmi ve diş mineral yoğunluğunda istatistiksel olarak anlamlı değişimin olup olmadığı Wilcoxon İşaret testi ile değerlendirildi. Geleneksel ve FACE grupları arasında kavite hacmi, diş mineral yoğunluğu ve minimal invazivlik potansiyeli yönünden farkların önemliliği ise Mann Whitney U testi ile incelendi. Aksi belirtilmedikçe $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ancak olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışmamızda geleneksel yöntem ve floresans destekli çürük uzaklaştırma yöntemi kullanılarak, dişten uzaklaştırılan doku miktarı ve kalan diş dokusunun mineral yoğunluğu Mikro-BT ile değerlendirilerek, bu yöntemlerin çürük uzaklaştırmadaki etkinliği ve minimal invazivlik potansiyelleri incelenmiştir.

3.1. Çürük Uzaklaştırılmadan Önceki ve Çürük Uzaklaştırıldıktan Sonraki Dentinin Ortalama Mineral Yoğunluk Değerlerine Ait Bulgular

Belirlenen ROI (Region of Interest)'ler için ortalama mineral yoğunluğu (BMD) değerleri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir ve çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası BMD değerleri yönünden gruplar içerisinde ve gruplar arasında yapılan karşılaştırmalar yer almaktadır.

Geleneksel yöntem grubu ile FACE yöntemi grubu arasında çürük uzaklaştırma öncesi BMD değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p=0,910$).

Geleneksel yöntem grubu içerisinde çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası BMD değerinde istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü ($p<0,001$). FACE yöntemi grubu içerisinde de çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası BMD değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü ($p<0,001$).

Geleneksel yöntem grubuna göre FACE yöntemi grubunda çürük uzaklaştırma sonrası BMD değeri istatistiksel anlamlı olarak daha düşük idi ($p<0,001$).

Çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası BMD değerindeki artış FACE yöntemi grubuna göre geleneksel yöntem grubunda istatistiksel anlamlı olarak daha fazla idi ($p<0,001$).

Çizelge 3.1. Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası dişlerdeki mineral yoğunluğu düzeyleri

	Çürük Uzaklaştırma Öncesi (g/cm ³)	Çürük Uzaklaştırma Sonrası (g/cm ³)	p-değeri †	Mevcut Değişim (g/cm ³)
Geleneksel Yöntem	0,55 ^{aA} (0,55 - 0,55)	1,64 ^{bA} (1,57 - 1,72)	<0,001	1,08 (1,01 - 1,17)
FACE Yöntemi	0,55 ^{aA} (0,55 - 0,57)	1,50 ^{bB} (1,47 - 1,59)	<0,001	0,96 (0,93 - 1,02)
p-değeri ‡	0,910	<0,001		<0,001

Aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir ($p<0,001$).

Aynı sütundaki farklı büyük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir ($p<0,001$).

Çizelge 3.2’de ise Çizelge 3.1’den farklı olarak gruplar arasında çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası BMD değerindeki yüzdesel artış yönünden kıyaslama yapılmış olup, BMD değeri yüzdesel olarak geleneksel yöntem grubunda FACE yöntemi grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak daha fazla artış göstermiştir ($p<0,001$).

Çizelge 3.2. Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası dişlerdeki mineral yoğunluğunun yüzdesel değişimi

	Çürük Uzaklaştırma Öncesi (g/cm ³)	Çürük Uzaklaştırma Sonrası (g/cm ³)	p-değeri †	Yüzdesel Değişim
Geleneksel Yöntem	0,55 ^{aA} (0,55 - 0,55)	1,64 ^{bA} (1,57 - 1,72)	<0,001	196,2 (182,6 - 212,5)
FACE Yöntemi	0,55 ^{aA} (0,55 - 0,57)	1,50 ^{bB} (1,47 - 1,59)	<0,001	171,8 (168,3 - 175,9)
p-değeri ‡	0,910	<0,001		<0,001

Aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir (p<0,001).

Aynı sütundaki farklı büyük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir (p<0,001).

Şekil 3.1’de çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası BMD değerlerinin gruplara göre dağılımları verilmiştir.

Şekil 3.1. Gruplara göre BMD değerleri

3.2. Çürük Uzaklaştırma Öncesi Çürük Hacmi ve Çürük Uzaklaştırma Sonrası Kavite Hacminin Mikro-BT İncelemesiyle Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Çalışmamızda kullanılan 42 adet çürüklü süt dişi, Mikro-BT ile taranarak çürük uzaklaştırma öncesi çürük hacmi saptanmıştır. Her iki grupta da çürük uzaklaştırma işlemi gerçekleştirilmiş ve dişler tekrar Mikro-BT ile taranarak ve çürük uzaklaştırma sonrası kavite hacimleri saptanmıştır.

Çizelge 3.3'te çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası çürük kavitesi hacimleri yönünden gruplar içerisinde ve gruplar arasında yapılan karşılaştırmalar gösterilmektedir.

FACE grubunda, geleneksel yöntem grubuna göre uzaklaştırma öncesi çürük kavitesi hacmi istatistiksel anlamlı olarak daha geniş idi ($p=0,009$).

Geleneksel yöntem grubu içerisinde çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası kavite hacminde istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü ($p<0,001$). FACE yöntemi grubu içerisinde de çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası kavite hacminde istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü ($p<0,001$).

Geleneksel yöntem grubu ile FACE yöntemi grubu arasında çürük uzaklaştırma sonrası kavite hacimleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,792$).

Ancak çürük uzaklaştırma öncesine göre, çürük uzaklaştırma sonrası ölçülen kavite hacmindeki artış, geleneksel yöntem grubunda FACE yöntemi grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak daha fazlaydı ($p<0,001$).

Çizelge 3.3. Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası kavite hacimleri

	Çürük uzaklaştırma Öncesi (mm ³)	Çürük Uzaklaştırma Sonrası (mm ³)	p-değeri †	Mevcut Değişim (mm ³)
Geleneksel Yöntem	1,89 ^{aA} (1,60 – 2,34)	2,76 ^{bA} (2,19 – 3,25)	<0,001	0,83 (0,59 - 1,08)
FACE Yöntemi	2,18 ^{aB} (1,93 – 2,92)	2,58 ^{bA} (2,19 – 3,66)	<0,001	0,42 (0,32 - 0,61)
p-değeri ‡	0,009	0,792		<0,001

Aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir (p<0,001).

Aynı sütundaki farklı büyük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir (p<0,05, p<0,001).

Çizelge 3.4’te ise Çizelge 3.3’ten farklı olarak gruplar arasında çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası kavite hacmindeki yüzdesel artış yönünden kıyaslama yapılmış olup, kavite hacmi yüzdesel olarak FACE yöntemi grubuna göre geleneksel yöntem grubunda istatistiksel anlamlı olarak daha fazla artış olduğu gösterilmiştir (p<0,001).

Çizelge 3.4. Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası kavite hacimlerinin yüzdesel değişimleri

	Çürük Uzaklaştırma Öncesi (mm ³)	Çürük Uzaklaştırma Sonrası (mm ³)	p-değeri †	Yüzdesel Değişim (%)
Geleneksel Yöntem	1,89 ^{aA} (1,60 – 2,34)	2,76 ^{bA} (2,19 – 3,25)	<0,001	31,1 (24,1 - 34,8)
FACE Yöntemi	2,18 ^{aB} (1,93 – 2,92)	2,58 ^{bA} (2,19 – 3,66)	<0,001	15,1 (10,3 - 19,2)
p-değeri ‡	0,009	0,792		<0,001

Aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir (p<0,001).

Aynı sütundaki farklı büyük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir (p<0,05, p<0,001).

Şekil 3.2’de çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası kavite hacimlerinin gruplara göre dağılımları verilmiştir.

Şekil 3.2. Çürük uzaklaştırma öncesi ve sonrası çürük boşluğu hacimlerinin gruplara göre dağılımları

3.3. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Minimal İnvazivlik Potansiyellerinin Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Grupların minimal invazivlik potansiyellerinin değerlendirilmesi için çürük uzaklaştırma sonrası kavite hacmi, çürük uzaklaştırma öncesi kavite hacmine oranlanmıştır. Oranın 1’e yaklaşması minimal invazivlik potansiyelinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Geleneksel yöntem grubuna göre FACE yöntemi grubunda minimal invazivlik potansiyeli istatistiksel anlamlı olarak daha fazla idi ($p<0,001$) (Şekil 3.3).

Çizelge 3.5’te ise gruplar arasında minimal invazivlik potansiyeli yönünden yapılan karşılaştırmalar yer almaktadır.

Çizelge 3.5. Gruplara göre minimal invazivlik potansiyelleri

Minimal invazivlik potansiyeli	
Geleneksel Yöntem	1,45 (1,32 - 1,53)
FACE Yöntemi	1,18 (1,11 - 1,24)
p-değeri †	<0,001



Şekil 3.3. Grupların minimal invazivlik potansiyeli

4. TARTIŞMA

Süt dişleri ve daimi dişler arasında bazı anatomik farklılıklar mevcuttur. Süt dişlerinde mine ve dentin kalınlığı daimi dişlere göre daha azdır, pulpa odası hacmi kron hacmine göre oransal olarak daha geniştir ve pulpa boynuzları dış yüzeye daha yakındır (Curson ve Duggal, 2003; Waggoner ve Nelson, 2019) . Bu durum süt dişlerde çürük uzaklaştırılması işlemini zorlaştırmaktadır (Kornblit ve ark., 2008). Öte yandan enfekte dentin dokusunun kavitede bırakılması, süt dişlerindeki dentinin daha gözenekli bir yapıda olması sebebiyle bakterilerin pulpaya daha kolay ulaşmasına sebep olmaktadır (Dorothy McComb, 2000; Hosoya ve ark., 2007; Lennon ve ark., 2007a).

Geçmiş yıllarda ‘çürük temizleme’ kavramı, kavite preparasyonu yapılırken sert bir tabana ulaşıncaya ve restoratif materyal için yeterli retansiyon sağlanıncaya kadar diş dokusu uzaklaştırılması tanımına karşılık gelmekteydi (Neves ve ark., 2011a). Ancak çürük oluşum sürecinin daha iyi anlaşılması, yüzeysel enfekte dentin ve alttaki etkilenecek dentin tabakasının tanımlanması ve adeziv restoratif materyallerin geliştirilmesiyle birlikte ‘minimal invaziv diş hekimliği’ kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavram genel olarak doğru bir teşhisle birlikte, başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunun sağlanması, demineralizasyonun durdurulması ve kavitasyon oluşması riskinin azaltılması için karyojenik floranın kontrolü, var olan kavitasyonların ise minimal operatif müdahalesini tanımlamaktadır (Dawson ve Makinson, 1992; Ericson ve ark., 2003; Fusayama ve Kurosaki, 1972; Kornblit ve ark., 2008; Mital ve ark., 2014; Tyas ve ark., 2000; White ve Eakle, 2000).

Minimal invaziv yaklaşım, hastalar için, oldukça uzun ve invaziv tedavilerin neden olduğu dental anksiyetenin azaltılmasına yardımcı olması, diş yapısının korunması odaklı bir felsefesi olması, sadece semptomların giderilmesine yönelik olmayıp hastaların daha iyi bir ağız sağlığına sahip olmasını da amaçlamasıyla çocuk diş hekimliğinde önemli bir yere sahiptir (Gujjar ve Sumra, 2013; Kornblit ve ark., 2008).

Tedavilerin başarıya ulaşmasında, çürüğün erken aşamalarda teşhis edilebilmesi büyük önem taşımaktadır (Eden, 2016, s:14). Çürüğün tespitinde geleneksel olarak görsel-dokunsal muayene ve radyografik yöntemler kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte çürük doku tespitinde kullanılmak üzere birçok farklı cihaz üretilmiştir. Bu cihazlar, kullandıkları teknolojiler baz alınarak; elektriksel iletkenlik ölçümleri, floresan teknikler, ultrason, optik koherans tomografisi, geliştirilmiş görsel teknikler adı altında sınıflandırılabilir (Akgün ve ark., 2018; Eden, 2016, s: 14; Pretty ve Ekstrand, 2016).

Çürük dokunun doğru teşhisinin yanı sıra, çürük doku uzaklaştırılmasında enfekte dentinin uzaklaştırılması ve etkilenmiş dentinin korunması hem minimal invaziv yaklaşım için hem de çürüğün ilerlemesinin önlenmesi ve restorasyonun başarısının sağlanmasında öncelikli öneme sahiptir (Kidd, 2004; Neves ve ark., 2011a). Çürük uzaklaştırılması esnasında hekim tarafından kullanılan parametreler, geleneksel olarak dokunun sertliği ve rengidir (Banerjee ve ark., 2000a). Ancak bu parametrelerin oldukça subjektif olması, daha objektif ve selektif yöntemlere olan ihtiyacı artırmaktadır (Banerjee ve ark., 2000c; Yonemoto ve ark., 2006). Minimal invaziv diş hekimliği konseptinin ilkelerinin anlaşılması ve restoratif materyallerin ve uygulama yöntemlerindeki gelişmelerle birlikte, geleneksel ve radikal uygulamalar, yerini daha konservatif ve selektif uygulamalara bırakmaktadır (El-Tekeya ve ark., 2012; Hacıoğulları ve ark., 2016). Selektif doku uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemler arasında polimer frezler, seramik frezler, kemomekanik yöntemler, çürük tespit boyaları, lazerler, air abrazyon yöntemi, enzimler, ultrasonik enstrümanlar ve floresan destekli çürük uzaklaştırma yöntemi (FACE) sayılmaktadır (Hacıoğulları ve ark., 2016; Neves ve ark., 2011b; Turgut, 2017).

2002 yılında tanıtılan FACE yöntemi, oral biyofilmin floresan özelliğini temel alan güncel çürük uzaklaştırma yöntemlerinden biridir (Buchalla ve Lennon, 2002; Lennon ve ark., 2002). Bazı oral mikroorganizmalar tarafından metabolik yan ürünler olarak üretilen porfirinler ve metaloporfirinler çürük diş dokularındaki turuncu-kırmızı floresana neden olmaktadır (Konigm ve ark., 1998). Bu floroforlar tipik olarak 398 ve 421 nm dalga boyu arasında maksimum absorpsiyona ve 530 ve 633 nm dalga boyu

arasında maksimum emisyonu (yayılma) sahiptirler (Koenig ve Schneckenburger, 1994). Emisyon (yayılma), elektromanyetik spektrumun görünür kısmında meydana geldiğinden, uygun yüksek geçirgen filtreler kullanılarak, floroforlar görsel inceleme ile tespit edilmektedirler (Lennon ve ark.,2002). Dolayısıyla enfekte dentinin kırmızı-turuncu otofloresansı, bu yöntemin, geleneksel görsel dokusal yöntemden ve çürük tespit boyasından çok daha objektif olmasını sağladığı bildirilmektedir (Buchalla ve Lennon 2002; Lennon ve ark., 2002; Peşkersoy ve ark.,2015). FACE yönteminin avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Kavitede çürük doku tespitinin yapılabilmesi için kaviteye yeterli miktarda floresans ışığın ulaşması gerekmektedir ve bunu sağlamak için desteksiz fakat sağlam mine dokusunun da uzaklaştırılması gerekebilmektedir. Ayrıca enfekte dentin varlığı hakkında, kavite tabanı gibi net olarak görülebilen yerlerde, kavite duvarlarına göre daha net bilgi verebilmesi ve kırmızı-turuncu otofloresansın daha net bir şekilde izlenebilmesi için ortamın yüksek derecede aydınlatılmaması gerekliliği in vivo koşullarda ayrıca bir kısıtlılık yaratacaktır (Lennon ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2013).

Çocuk diş hekimliği uygulamalarında tedavi süresi, çocuklardaki kaygı düzeyini etkilemektedir. Kısa tedavi süreleri kaygı düzeyini azaltmakta ve böylece uygun bir tedavi protokolü gerçekleştirilebilmektedir (Ochoa-Romero ve ark., 2011). Hekime objektif bir çalışma imkanı sağlayan FACE yönteminin çalışma süresini kısalttığı bildirilmektedir (Lennon ve ark., 2006a). Bu nedenle bu yöntem çocuk diş hekimliğinde ayrıca önem kazanmaktadır.

FACE yönteminin daimi dişlerde, enfekte dentinin uzaklaştırılmasında etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir (Lai ve ark., 2014; Lennon ve ark., 2002; Lennon, 2003). Ancak yaptığımız literatür taramasında geleneksel yöntem ve FACE yönteminin etkinliğinin süt dişleri üzerinde değerlendirildiği sadece iki adet çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalardan birinde, çürük doku tespiti, geleneksel görsel dokusal yöntem, çürük tespit boyası ve FACE ile yapılarak çürük doku bir çelik rond frez ile uzaklaştırılmıştır. Ardından dişlerden kesitler alınıp, ışık mikroskobu ile histolojik olarak dentin tübüllerindeki bakteri varlığı araştırılmış ve enfekte dentin uzaklaştırılmasında en etkili yöntemin FACE yöntemi olduğu bildirilmiştir (Lennon

ve ark., 2009). Diğer çalışmada ise; geleneksel yöntem, çürük tespit boyası kullanılarak çürük uzaklaştırılması yöntemi ve FACE yönteminin minimal invazivlik potansiyeli in vivo koşullarda, dişlerden çürük uzaklaştırma işlemi öncesi ve sonrasında standardizasyonu sağlanmış dijital periapikal radyografiler alınıp değerlendirilmiştir. Kavitelerdeki derinlik ve genişlik artışı kaydedilmiştir ve yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamakla birlikte FACE yönteminin çocuk diş hekimliğinde kullanımı önerilmektedir (Zayet ve ark., 2019). Tez çalışmamızda ise süt dişlerinde çürük uzaklaştırılmasında en etkili ve verimli yöntemin in vitro ortamda belirlenmesinin klinik uygulamalara da yol gösterici olabileceği düşünülerek, FACE yönteminin ve geleneksel yöntemin çürük uzaklaştırma etkinliklerinin, minimal invazivlik potansiyelleri ve mineral densitesinin Mikro-BT ile araştırılarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

İn vitro çalışmalar, kontrolü sağlanabilen deneylerde spesifik biyomalzemelerin kullanımının araştırılabilmesi avantajını sağlamaktadır. Araştırmacılar, deney ortamında klinik uygulamaların öncesinde ortaya çıkabilecek sonuçları tahmin etmek amacıyla in vitro çalışmalara önem vermektedirler (Francois ve Yaszemski, 2019). Diş hekimliğinde de yeni dental materyal ve tekniklerin, terapötik yaklaşımların in vitro ortamda test edilmesi bu yaklaşımlar hakkında daha fazla bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır. İn vitro araştırmaların bir diğer avantajı ise, stomatognatik sistem kadar dinamik bir ortam sağlanamasa da araştırmacıların kontrollü koşullar altında tek değişkenli deneyler yapabilmelerine olanak vermesidir (Faggion Jr, 2012). Deneyler sonucunda, kullanılan yeni materyal ve yöntemlerin araştırmaya uygun olup olmadığı, hangi yönlerinin daha fazla incelemeye ihtiyaç duyduğu belirlenebilmektedir (Egger ve ark., 2007). Bu sebeple tez çalışmamızda, FACE yönteminin etkinliğinin, çocuk diş hekimliğinde in vivo kullanımından önce in vitro ortamda çekilmiş çürüklü süt dişleri üzerinde değerlendirilmesi planlanmıştır.

Çalışmamızdaki örneklem hacmini saptamak için ‘Güç Analizi’ uygulanmıştır. Güç analiziyle istatistiksel olarak anlamlı bir sonucun sağlanabileceği minimum örneklem sayısının hesaplanması amaçlanmaktadır. Güç analizi, çalışmamızın başında

örnekleme hacmini belirleyerek, çalışacağımız gücü kontrol altına alarak, kaynak ve emeğin boşa harcanmasının önüne geçilmesini sağlamaktadır (Kul, 2011).

Çalışmamızda kullanılan çekilmiş dişler Mount ve Hume sınıflandırmasına göre seçilerek, çürüklerin boyut, genişlik, derinlik ve lokalizasyonundaki farklılıkların en aza indirgenip standardizasyonu sağlanmıştır. Çekilmiş dişlerden ayrıca standardizasyonu sağlanmış periapikal dijital radyograf alınarak çürüğün pulpaya yakınlığı kontrol edilmiştir. Çalışmamıza orta büyüklükte ve ara yüzde çürüğü olan, Mount ve Hume sınıflamasına göre (2.2) ye karşılık gelen dişler dahil edilmiştir. Bu sınıflama çürük dokunun genişliğini ve kompleksliğini tanımlayan, aynı zamanda konservatif bir yaklaşımı destekleyerek diş dokusunun korunmasını teşvik eden bir sistemdir (Fisher ve ark., 2012).

Çalışmaya dahil edilen dişlerin yüzeyindeki eklentiler el aletleri, pamuk peletletler, polisaj fırçaları ve düşük devirli döner aletler kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Dişler, dentinin mineral yoğunluğunun Mikro-BT ile değerlendirildiği bir çalışmayla paralel olacak şekilde, dentin kurummasını ve büzülmesini önlemek için nemli tutulmuştur, çünkü dişlerin kuru kalması hacim başına ölçülen kalsiyum konsantrasyonunu etkileyebilmektedir (Lai ve ark., 2014). Dişlerin çekim sonrası deney süresine kadar optimum koşullarda saklanabilmesi için çeşitli solüsyonlar kullanılmaktadır (Seçilmiş ve ark., 2013). Kullandığımız saklama solüsyonunun çalışma sonuçlarını etkilememesi için, dişlerin deney süresine kadar muhafaza edilmesi amacıyla, çürük temizleme etkinliğinin değerlendirilmesi için yapılmış olan Mikro-BT çalışmasına (Hahn ve ark., 2004) paralellik gösterecek şekilde çalışmamızda saklama solüsyonu olarak %0,9'luk serum fizyolojik solüsyonu kullanımı tercih edilmiştir.

Geleneksel yöntem grubunda literatürle uyumlu olarak çürük doku tespiti iyi bir aydınlatma altında görsel dokusal yöntemle yapıldıktan sonra, çürük doku kavitenin boyutuna uygun bir çelik rond frez ile enfekte dentin kalmadığı düşünülünceye kadar uzaklaştırılmıştır. Yumuşak dentin dokusu uzaklaştırılmış, renklenmiş ama sert olan

dokunun etkilenmiş dentin olduğu düşünülüp korunmuştur. FACE yöntemi grubunda ise yine literatürle uyumlu olarak, kavite 380-420nm dalga boyunda ışık yayan bir cihazla aydınlatılmış ve 530nm özel filtreli bir gözlük ile izlenmiştir. Turuncu-kırmızı floresan gözlenen alanlar enfekte dentini işaret ettiğinden kavite boyutuna uygun bir çelik rond frez ile uzaklaştırılırken, yeşil floresan olarak gözlenen alanlar etkilenmiş dentini işaret ettiği için korunmuştur. FACE yöntemi grubunda çürük dokunun tespiti sırasında ortamda direkt aydınlatmadan kaçınılmış, mümkün olduğunca ortamın loş olması sağlanmıştır. Ayrıca kırmızı floresanı oluşturan bakteri metabolitlerinin, uyarma ışığı ile uzun süre aydınlatılması sonucu daha az kırmızı floresan yayacağı göz önünde bulundurularak, floresansın daha iyi gözlemlenebilmesi için kavitenin cihazla aydınlatılma süresinin 3 dakikadan fazla olmamasına dikkat edilmiştir (Lennon ve ark., 2006a; Lennon ve ark., 2007b; Lennon ve ark., 2009; Lai, 2014; Lai ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2013).

Dokuların mineral içeriği, kalsifiye dokuların mekanik özellikleri ile ilişkilendirilmiştir (Pugach ve ark., 2009). Mineral yoğunluğu ayrıca diş hekimliği çalışmalarında demineralizasyon ve remineralizasyonun değerlendirilmesinde standart bir parametre olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle diş çürüğü konusunda mineral konsantrasyonunun araştırılması büyük önem taşımaktadır (Zou ve ark., 2011). Diş sert dokularındaki mineral konsantrasyonu, doğrudan kimyasal analizlerle, polarize mikroskopi ile veya transvers mikroradyografi ile ölçülebilir. Fakat bu teknikler numunenin tahrip olmasına, aynı zamanda deney süresinin uzamasına neden olmaktadır (Bosch ve Angmar-Mansson, 1991). Aksine mikro bilgisayarlı tomografi sistemleri, bir nesnenin fiziksel yapısının korunarak değerlendirilmesine olanak vermektedir (Davis ve Wong, 1996). Mikro-BT ölçümlerinden elde edilen veriler hem örneklerin üç boyutlu olarak incelenmesini hem de kesitsel incelemeye olanak verdiği için görüntülerin incelenmesinde süperpozisyon probleminin önüne geçilmesini sağlamaktadır (Kamburoglu ve ark., 2008). Son birkaç yıl içinde, diş sert dokularının mineral konsantrasyonunun değerlendirilmesi (Wong ve ark., 2004; Clementino-Luedemann ve Kunzelmann, 2006) ve çürük doku uzaklaştırılmasının araştırılması için Mikro-BT kullanılmıştır (Willmott ve ark., 2007; Neves ve ark.,

2010; Turgut, 2017). Bu sebeple çalışmamızda mineral yoğunluğunu değerlendirmek için mikro bilgisayarlı tomografi kullandık.

Fakat Mikro-BT araştırmalarında cihazın kalibrasyonun sağlanması başlıca zorluklardandır. Cihazların kurulumu, sensör özellikleri, x-ışını spektrumu, filtreleme, ışın sertleşme düzeltilmesi veya örneğin kesit hacmi gibi farklılıklardan dolayı, mineral yoğunluğu ile ilgili yapılan araştırmalarda sonuçlar farklılık gösterebilmektedir. Bununla birlikte diş sert dokularının iç yapısı, örneğin dentin tübüllerinin sayısı ve çapı, dokunun su ve organik içeriğindeki değişiklikler de farklı sonuçlara sebep olabilmektedir (Clementino-Luedemann ve Kunzelmann, 2006). Yapılan literatür araştırmasında farklı mineral yoğunluğu değerlerine rastlanması buna bağlanmaktadır. Clementino-Luedemann ve Kunzelmann sağlam dentinin mineral yoğunluğunu 1.36 ve 1,45 g/cm³ aralığında bir değer olarak bildirmişlerdir (Clementino-Luedemann ve Kunzelmann 2006). Willmot ve arkadaşları ise süt dişlerinin mineral yoğunluğunu araştırmışlar ve sağlam dentinin mineral yoğunluğunu 1,27 ve 1,77 g/cm³ aralığında bir değer olarak ölçmüşler ve ortalama değer 1,42 g/cm³ olduğunu bildirmişlerdir (Willmott ve ark., 2007). Neves ve arkadaşları ise daimi dişler üzerinde yaptıkları çalışmada bu değeri 1,11 g/cm³ olarak rapor etmişlerdir (Neves ve ark., 2011a). Çürük dentin dokusunun mineral yoğunluğu ile ilgili yapılan bir araştırmada ölçülen değer 0,55 g/cm³ olarak bildirilirken (Kinney ve ark., 1994), başka bir çalışmada bu değer 0,27g/cm³ olduğu bildirilmiştir (Neves ve ark., 2010). Bizim çalışmamızda başlangıçtaki çürük doku mineral yoğunluğu ortalaması hem FACE yöntemi grubu örneklerinde hem de geleneksel yöntem grubu örneklerinde literatürle uyumlu şekilde 0,55 g/cm³ olarak ölçülmüştür. Çürük doku uzaklaştırılması sonrası ise FACE yöntemi grubundaki dentin mineral yoğunluğu değeri 1,50 g/cm³ iken, geleneksel yöntem grubunda bu değer 1,64 g/cm³ olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında başlangıç çürük doku mineral yoğunluğu ölçümlerinde istatistiksel olarak fark yok iken, çürük doku uzaklaştırıldıktan sonra yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır. Her iki grupta da çürük uzaklaştırma işlemi sonucu ölçülen değerler, önceki literatürlerde bildirilen sağlam dentin dokusu mineral yoğunluğu değerleriyle örtüşmektedir. Dolayısıyla iki yöntemin de süt dişlerinde enfekte dentin uzaklaştırılmasında etkin yöntemler olduğu sonucuna varılmıştır. FACE ve geleneksel

yöntemin etkinliğinin Mikro-BT ile değerlendirildiği, daimi dişler üzerinde yapılan in vitro bir çalışmada çürük uzaklaştırma sonrası mineral yoğunluğu değerleri ölçülmüş ve FACE grubunda 0,68 g/cm³, geleneksel yöntem grubunda 1,05 g/cm³ şeklinde rapor edilmiştir (Lai ve ark., 2014). Başka bir çalışmada ise FACE yöntemi, geleneksel yöntem, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi ve DIAGNODENT destekli çürük uzaklaştırma yönteminin etkinlikleri yine Mikro-BT ile incelenmiş ve geleneksel yöntem grubunda ortalama dentin mineral yoğunluğu 1,21 g/cm³ olarak, FACE yöntemi grubunda 1,13 g/cm³ olarak bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2013). Yine FACE yöntemi ve geleneksel yöntemin çürük uzaklaştırma etkinliğinin Mikro-BT ile değerlendirildiği daimi dişler üzerinde yapılan araştırmanın sonucunda ise FACE yöntemi grubunda 0,59 g/cm³ ölçülen değer, geleneksel yöntem grubunda 0,97g/cm³ olarak ölçülmüştür (Lai, 2014).

Dentin çürüğünün mikro yapısı üzerine yapılan çalışmaya göre, etkilenmiş dentindeki mineral kaybı, bu dentin tabakasının mekanik özelliklerinin, özellikle sertliğinin azalmasına sebep olmaktadır (Pugach ve ark., 2009). Bu durum, FACE grubundaki mineral yoğunluğunun, geleneksel grubun mineral yoğunluğundan daha az olması, FACE grubundaki dentinin etkilenmiş dentin olmasından kaynaklanıyor olabileceğini düşündürmektedir. Zhang ve ark.larının (2013) ve Lai ve ark.larının (2014) yaptığı çalışmalarda da FACE grubundaki ortalama dentin mineral yoğunluğu geleneksel yöntem grubuna kıyasla daha düşük olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızda, Neves ve ark.'nın (Neves ve ark., 2011b) farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin minimal invazivlik potansiyelini Mikro-BT ile inceledikleri çalışmaya benzer olacak şekilde, çürük uzaklaştırma sonrası ölçülen hacmin, çürük uzaklaştırılmadan önceki kavite hacmine oranlanmasıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen değer 1'e yakın olması minimal invazivlik potansiyelinin daha iyi olduğunu göstermektedir.

Daha önce daimi dişler üzerinde yapılan in vitro bir çalışmada FACE yöntemi, geleneksel yöntem ve çürük tespit boyası yardımıyla çürük uzaklaştırma

yöntemlerinin minimal invazivlik potansiyelleri karşılaştırılmıştır. Çürük doku uzaklaştırılmasının öncesinde ve sonrasında kavitelerin hacimleri bir silikon ölçü materyali yardımıyla ölçülmüştür (Lennon ve ark., 2007b). Bizim çalışmamızda Mikro-BT incelemesi kavite hacminin ölçülmesinde, izleme/görsele dayalı yöntemlere göre daha kesin bir sonuç vermektedir. Aynı zamanda sadece kavite hacmini ölçmekle kalmayıp, kavite tabanındaki dentinin demineralizasyon derecesinin belirlenmesini mineral yoğunluğu ölçümüyle de sağlamaktadır.

Lennon ve ark. (2007b) FACE yönteminin geleneksel yöntemle kıyasla kavite hacmini önemli ölçüde artırmadan enfekte dentinin uzaklaştırılmasında daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Zhang ve ark. (2013) yaptığı çalışmada FACE yöntemi, geleneksel yöntem, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi ve DIAGNODENT yardımıyla çürük uzaklaştırma yöntemlerinin minimal invazivlik potansiyellerini Mikro-BT ile değerlendirmişler ve FACE'in diğer yöntemler arasında kabul edilebilir bir minimal invazivlik potansiyeli olduğunu. Bizim çalışmamızda başlangıç çürük doku hacimleri değerlerine bakıldığında geleneksel yöntemle ait değer, FACE yöntemine ait değerden anlamlı olarak fazla olmasına rağmen, çürük uzaklaştırma sonrası kavite hacimlerindeki artışın yüzdesel oranı karşılaştırıldığında FACE grubundaki artışın anlamlı olarak daha az olduğu saptanmıştır. Genel olarak, veriler FACE yöntemi, geleneksel yöntem, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi ve DIAGNODENT yardımıyla çürük uzaklaştırma yöntemleri ile karşılaştırıldığında, FACE'nin kavite boyutunu artırmadan enfekte dentinin uzaklaştırılmasında daha büyük bir doğruluk payı olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızın sonuçları, literatürdeki diğer çalışmaların sonuçlarını destekler niteliktedir. FACE yönteminde kullanılan ışık kaynağının düşük devirli döner alete entegre edilerek hekimlerin kullanımına sunulan sistem, yöntemin çocuk diş hekimliğinde klinik kullanımını kolaylaştırmaktadır, ancak ülkemizde bu sistem bulunmamaktadır. İn vitro koşullarda gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda çürük uzaklaştırılmasında son noktanın belirlenmesinde objektif bir değerlendirme imkanı sunduğunu ve minimal invaziv yaklaşım prensibini destekler nitelikte olduğunu

düşündüğümüz FACE yönteminin etkinliğinin klinik koşullarda değerlendirildiği uzun takipli çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısındayız.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Geleneksel yöntem grubunda çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası BMD değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($p<0,001$).
- FACE yöntemi grubu içerisinde çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası BMD değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür ($p<0,001$).
- FACE yöntemi grubunda, geleneksel yöntem grubuna göre çürük uzaklaştırma sonrası BMD değerinin istatistiksel anlamlı olarak daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0,001$).
- Çürük uzaklaştırma öncesine göre çürük uzaklaştırma sonrası BMD değerindeki artışın, geleneksel yöntem grubunda FACE yöntemi grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak daha fazla olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).
- Geleneksel yöntem grubu içerisinde kavite hacminde, çürük uzaklaştırılması sonrası, öncesine göre kavite hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($p<0,001$).
- FACE yöntemi grubunda çürük uzaklaştırılması sonrası, öncesine göre kavite hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($p<0,001$).
- Geleneksel yöntem grubu ile FACE yöntemi grubu arasında çürük uzaklaştırılması sonrası kavite hacimleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,792$).

- Çürük uzaklaştırma öncesine göre, çürük uzaklaştırma sonrası ölçülen kavite hacmindeki artışın, geleneksel yöntem grubunda FACE yöntemi grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak daha fazla olduğu görülmüştür ($p<0,001$).
- Çürük uzaklaştırıldıktan sonra ölçülen mineral yoğunlukları değerlendirildiğinde, her iki yöntemin de çürük dokusunun uzaklaştırılmasında etkili yöntemler olduğunu düşünmekteyiz.
- Karşılaştırılan iki yöntemin minimal invazivlik potansiyelleri, çürük uzaklaştırılmadan önceki kavite hacminin, çürük uzaklaştırıldıktan sonraki kavite hacmine oranlandığında sonucu 1'e yakın olan grubun minimal invazivlik potansiyelinin daha fazla olduğu kanısıyla, FACE yöntemi grubunun geleneksel yöntemle göre daha minimal invaziv bir yöntem olduğu sonucuna varmaktayız.

ÖZET

Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma Yönteminin Etkinliğinin İn Vitro Koşullarda Değerlendirilmesi

İn vitro ortamda gerçekleştirilen tez çalışmamızda; geleneksel yöntem ve floresans destekli çürük uzaklaştırma (FACE) yönteminin, çürük uzaklaştırma etkinlikleri ve minimal invazivlik potansiyelleri Mikro-BT ile değerlendirilerek çocuk diş hekimliğinde, diş yapısını mümkün olduğunca koruyan, ideal çürük uzaklaştırma yönteminin araştırılması hedeflenmiştir.

Pulpal perforasyonu olmayan, orta büyüklükte ve ara yüzde çürüğü olan 42 adet süt molar diş çalışmamıza dahil edilmiştir. Dişler her çalışma grubunda 21'er adet olacak şekilde rastgele olarak 2 gruba ayrılmıştır. Örneklerin taranmasından önce 0,25g/cm³ ve 0,75g/cm³ olmak üzere iki farklı mineral yoğunluğuna sahip 8mm çaplı iki konik kalsiyumhidroksiapatit kristalinden elde edilmiş hidroksiapatit fantomlar (HAP) (Skyscan, Konitch, Belçika) kullanılarak cihazın x-ışını sertleşme eğrisi hazırlanmış ve Mikro-BT'nin standardizasyonu sağlanmıştır. HAP fantomlar 80 miliamper (mA) ve 11 mikro metre/piksel boyutla taranmış ve tarama esnasında detektörün önüne 0,25mm alüminyum filtre yerleştirilmiştir. Örnekler çürük uzaklaştırılmadan önce ve sonra olmak üzere iki kez aynı değerler ile taranmıştır.

Çalışmamızda mineral densiteleri (BMD) değerlendirildiğinde, çürük uzaklaştırılmadan önce BMD ortalaması 0,55g/cm³, çürük uzaklaştırıldıktan sonra ise BMD 0,96-1,08g/cm³ aralığında bir değer olarak ölçülmüştür. Her iki grupta da çürük uzaklaştırıldıktan sonra ölçülen değerlerin sağlıklı dentin mineral yoğunluğu değer aralığında olduğu görülmüştür. Dolayısıyla iki yöntemin de çürük uzaklaştırılmasında etkili yöntemler olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızda gruplar arasındaki kavite hacimlerindeki artış değerlendirildiğinde iki grupta da çürük uzaklaştırılması sonrasında, önceki hacme göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüş bununla birlikte, bu artışın geleneksel yöntem grubunda FACE yöntemi grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak daha fazla olduğu bulgulanmıştır (p<0,001).

Grupların minimal invazivlik potansiyelleri (MIP) değerlendirildiğinde ise FACE yönteminin geleneksel yöntemle göre daha minimal invaziv bir yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, çocuk diş hekimliği pratiğinde FACE yönteminin kullanımıyla çürüğün etkin bir şekilde uzaklaştırılmasında minimal invaziv yaklaşımın sağlanabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikro-BT, FACE, Süt dişi, Minimal İnvaziv Yaklaşım

SUMMARY

Evaluation of the Efficiency of Fluorescence-Aided Caries Excavation Method Under In Vitro Conditions

In the present in-vitro study, it is aimed to determine the ideal caries removal method that preserves the tooth structure as much as possible in the practice of pediatric dentistry, by comparing the traditional method and the fluorescence-aided caries excavation (FACE) method in terms of caries removal efficiency and minimal invasiveness potential by micro-CT.

42 primary molars without pulp perforation and with medium-sized caries on the proximal surfaces were included in the study. Teeth were randomly divided into 2 groups, with 21 teeth in each study group. Before scanning the samples, the x-ray hardening curve of the device was prepared using hydroxyapatite phantoms (HAP) (Skyscan, Konitch, Belgium) obtained from two conical calcium hydroxyapatite crystals of 8mm diameter with two different mineral densities, 0.25g / cm³ and 0.75g / cm³ to ensure Standardization of Micro-CT. HAP phantoms were scanned at 80 milliamps (mA) and 11 micro meters / pixel, and a 0.25mm aluminum filter was placed in front of the detector during scanning. The samples were scanned twice with the same values, before and after caries removal.

In the present study, when the measurements made for the evaluation of the average mineral densities (BMD) were evaluated, this value was 0.55g/cm³ before the decay was removed, while it was measured in the range of 0.96-1.08g/cm³ after the decay was removed. After caries removal, it was observed that the measured values in both groups were in the range of healthy dentin mineral density values. Therefore, it can be concluded that both methods are effective in caries removal.

In the present study, when the increase in cavity volumes between the groups was evaluated, a statistically significant increase was observed in both groups after caries removal compared to the previous volume, however, this increase was found to be statistically significant in the traditional method group compared to the FACE method group.

When the minimal invasiveness potential (MIP) of the groups was evaluated, it was found that the FACE method was more minimally invasive method compared to the traditional method ($p<0,001$).

According to the results of this study, it has been determined that a minimally invasive approach can be achieved in the effective removal of caries by using the FACE method in pediatric dentistry practice.

Key Words: Micro-CT, FACE, primary teeth, minimally invasive intervention

KAYNAKLAR

- ADRIAN JC, BERNIER JL, SPRAGUE WG (1971). Laser and the dental pulp. *The Journal of the American Dental Association*, **83**: 113.
- AHMED A, GARCIA-GODOY F, KUNZELMANN, K-H (2008). Self-limiting caries therapy with proteolytic agents. *American journal of dentistry*, **21**: 303.
- AKGÜL S (2015). Başlangıç Okluzal Çürük Lezyonlarında Farklı Teşhis Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- AKGÜN ÖM, OFLAZ Ü, ALTUN C (2018). "Çürük Teşhisinde Güncel Yaklaşımlar." *Türkiye Klinikleri Pediatric Dentistry-Special Topics* **4**: 10-14.
- AKTAN AM, CEBE MA, ÇİFTÇİ ME, KARAARSLAN EŞ (2012). A novel LED based device for occlusal caries detection. *Lasers in medical science*, **27**: 1157-1163.
- ALLEN KL, SALGADO TL, JANAL MN, THOMPSON VP (2005). Removing carious dentin using a polymer instrument without anesthesia versus a carbide bur with anesthesia. *The Journal of the American Dental Association*, **136**: 643-651.
- ALLEN PF, DA MATA C, HAYES M (2019). Minimal intervention dentistry for partially dentate older adults. *Gerodontology*, **36**: 92-8.
- ANGMAR-MANSSON B, J TEN BOSH (1993). Advances in methods for diagnosing coronal caries-a review. *Advances in dental research*, **7**: 70-79.
- ANUSAVICE K, KINCHELOE J (1987). Comparison of pain associated with mechanical and chemomechanical removal of caries. *Journal of dental research*, **66**: 1680-1683.
- ARAKI T, KITAMURA S, MATSUMOTO H (2001). Applications of fluorescence microscopy to studies of dental hard tissue. *Frontiers of Medical and Biological Engineering*, **10**: 269-284.
- ARVIDSSON A, LIEBERG B, MOLLER K, LYVÉN B, SELLÉN A, WENNERBERG A (2002). Chemical and topographical analyses of dentine surfaces after Carisolv™ treatment. *Journal of dentistry*, **30**: 67-75.
- ASHLEY P, BLINKHORN A, DAVIES R (1998). Occlusal caries diagnosis: an in vitro histological validation of the Electronic Caries Monitor (ECM) and other methods. *Journal of dentistry*, **26**: 83-88.

- AVUNDUK A, BAĞLAR S (2019). Alternatif çürük uzaklaştırma yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*, **25**: 360-70
- BAĞLAR S, AVUNDUK ATE (2018). Evaluation of the place of chemo-mechanical caries removal method in dental education among Turkish students. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, **18**: 3871.
- BANERJEE A (2018). Selective removal of carious dentin. In *Management of deep carious lesions* (pp. 55-70): Springer.
- BANERJEE A, WATSON T, KIDD E (2000a). Dentine caries: take it or leave it? *Dental Update*, **27**: 272-276.
- BANERJEE A, WATSON T, KIDD E (2000b). Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *British dental journal*, **188**: 476-482.
- BANERJEE A, KIDD E, WATSON T (2000c). In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries research*, **34**: 144-150.
- BANERJEE A, KIDD E, WATSON T (2000d). Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *Journal of dentistry*, **28**: 179-186.
- BANERJEE A, COOK R, KELLOW S, SHAH K, FESTY F, SHERRIFF M, WATSON T (2010). A confocal micro-endoscopic investigation of the relationship between the microhardness of carious dentine and its autofluorescence. *European journal of oral sciences*, **118**: 75-79.
- BANTING D, EGGERTSSON H, EKSTRAND K, FERREIRA-ZANDONÁ A, ISMAIL A, LONGBOTTOM C, SELWITZ R (2005). Rationale and evidence for the international caries detection and assessment system (ICDAS II). *Ann Arbor*, *1001*, 48109-41078.
- BAYHAN C (2018). Süt dişlerinde ART restorasyonlarının klinik başarısının geleneksel döner alet restorasyon yöntemiyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Ankara.
- BAYRAK I (2012). Çürük ve Erozyon Lezyonlarının Remineralizasyonlarının İn Situ Olarak Karşılaştırılması: İstanbul Üniversitesi Doktora Tezi, İstanbul.
- BELTZ R, HERRMANN E, NORDBO H (1999). Pronase digestion of carious dentin. *Caries research*, **33**: 468-472.

- BERBER A (2015). Başlangıç Okluzal Çürüklerin Tedavisinde Kullanılan İki Farklı Nanokompozitin Klinik Performanslarının Değerlendirilmesi: İki Yıllık Takip, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara.
- BERTASSONI LE, MARSHALL GW (2009). Papain-gel degrades intact nonmineralized type I collagen fibrils. *Scanning*, **31**: 253-258.
- BIN-SHUWAISH M, YAMAN P, DENNISON J, NEIVA G (2008). The correlation of DIFOTI to clinical and radiographic images in Class II carious lesions. *The Journal of the American Dental Association*, **139**: 1374-1381.
- BOSCH J, ANGMAR-MANSSON B (1991). "A review of quantitative methods for studies of mineral content of intra-oral incipient carious lesions." *J. Dent. Res*, **70**: 2-14.
- BOSTON DW (2003). New device for selective dentin caries removal. *Quintessence international*, **34**: 9.
- BOUCHER C (1974). Current clinical dental terminology. St Louis: The C. V Mosby Co.
- BUCHALLA W. (2005). Comparative fluorescence spectroscopy shows differences in noncavitated enamel lesions. *Caries research*, **39**: 150-156.
- BUCHALLA W, LENNON A (2002). Luminescence assisted caries excavation. International application published under the patent cooperation treaty.
- BUCHALLA W, LENNON ÁM, ATTIN T (2004). Comparative fluorescence spectroscopy of root caries lesions. *European journal of oral sciences*, **112**: 490-496.
- BUSSADORI SK, CASTRO LC, GALVÃO AC (2006). Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **30**: 115-119.
- CATELAN A, GUEDES APA, SUZUKI TYU, TAKAHASHI MK, DE SOUZA EM, BRISO ALF, DOS SANTOS PH (2015). Fluorescence intensity of composite layering combined with surface sealant submitted to staining solutions. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **27**, S:33-S40.
- CHENG L, TEN CATE JM (2010). Effect of *Galla chinensis* on the in vitro remineralization of advanced enamel lesions. *International journal of oral science*, 2(1), 15-20.
- CLEMENTINO-LUEDEMANN TNR, K.-H KUNZELMANN (2006). Mineral concentration of natural human teeth by a commercial micro-CT. *Dental materials journal* **25**: 113 119.
- CURSON, M. AND M. DUGGAL (2003). DENTAL DISEASE| Structure of Teeth. p:1743 1746

- COLE BO, WELBURY RR (2000). The atraumatic restorative treatment (ART) technique: does it have a place in everyday practice? *Dental Update*, **27**: 118-123.
- ÇALIŞKAN YANIKOĞLU F, OZTURK F, HAYRAN O, ANALOUI M, STOOKEY G (2000). Detection of natural white spot lesions by an ultrasonic system. *Caries Res*, **34**: 225-232.
- DAMMASCHKE T, VESNIĆ A, SCHÄFER E (2008). In vitro comparison of ceramic burs and conventional tungsten carbide bud burs in dentin caries excavation. *Quintessence international*, **39**: 495-499.
- DAVIS GR, FS WONG (1996). X-ray microtomography of bones and teeth. *Physiological measurement* **17**: 121.
- DAWSON A, MAKINSON O (1992). "Dental treatment and dental health. Part 2. An alternative philosophy and some new treatment modalities in operative dentistry." *Australian dental journal*, **37**: 205-210.
- DE JONG EDJ, SUNDSTRÖM F, WESTERLING H, TRANAEUS S, TEN BOSCH J, ANGMAR-MÅNSSON, B. (1995). A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries research*, **29**: 2-7.
- DOROTHY MCCOMB, B. (2000). Caries-detector dyes-how accurate and useful are they? *J Can Dent Assoc*, **66**: 195-198.
- DOROTHY MCCOMB B, TAM LE (2001). Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional methods. *J Can Dent Assoc*, **67**: 454-457.
- EDEN E, TOPALOGLU AKV, CUIJPERS V, FRENCKEN JE (2008). Micro-CT for measuring marginal leakage of Class II resin composite restorations in primary molars prepared in vivo. *American journal of dentistry*, **21**: 393-397.
- EDEN E. (2016). *Evidence-based caries prevention (e-Book)*: Springer International Publishing Switzerland.
- EGGER M, ALTMAN DG, VANDENBROUCKE JP, STROBE GROUP (2007). Commentary: Strengthening the reporting of observational epidemiology—the STROBE statement. *International Journal of Epidemiology*, **36**: 948-950.
- ELLIOTT JC, DOVER S (1982). X-ray microtomography. *Journal of microscopy*, **126**: 211-213.
- EKSTRAND K, RICKETTS D, KIDD E. (1997). Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries research*, **31**: 224-231.

- EL-TEKEYA M, L EL-HABASHY, N MOKHLES, E EL-KIMARY (2012). Effectiveness of 2 chemomechanical caries removal methods on residual bacteria in dentin of primary teeth. *Pediatric dentistry*, **34**: 325-330.
- ERICSON D, KIDD E, MCCOMB D, MJOR I, NOACK MJ (2003). Minimally invasive dentistry—concepts and techniques in cariology. *Oral Health Prev Dent* **1**: 59-72.
- FAGGION JR CM (2012). Guidelines for reporting pre-clinical in vitro studies on dental materials. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, **12**: 182-189.
- FATIMA T (2015). Lasers in Pediatric Dentistry. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, **3**: 59.
- FEJERSKOV, O., KIDD, E.A.M. (2003). The role of dietary kontrol. In: Dental Caries-The Disease and Its Clinical Management. London, Blackwell Munksgaard, Chapter 14.
- FEJERSKOV O, MANJI F(1990). Risk assessmnet in dental caries. In: Bader JD, editor. Risk assessment in dentistry. Chapel Hill (NC): University of North Carolina Dental Ecology, pp: 215-217.
- FEJERSKOV O, THYLSTRUP A (1994). The oral environment-An introduction. In *Textbook of Clinical Cariology* pp: 13-16.
- FELDKAMP LA, GOLDSTEIN SA, PARFITT MA, JESIONG, KLEEREKOPER M. (1989). The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *Journal of bone and mineral research*, **4**: 3-11.
- FISHER J, M GLICK, FWDFS COMMITTEE (2012). A new model for caries classification and management: the FDI World Dental Federation caries matrix, Elsevier.
- FRANCOIS EL, YASZEMSKI MJ (2019). Preclinical bone repair models in regenerative medicine. In *Principles of Regenerative Medicine*, Elsevier pp: 761-767.
- FRENCKEN, J. (2017). Atraumatic restorative treatment and minimal intervention dentistry. *British dental journal*, 223(3), 183.
- FRENCKEN JE, PILOT T, SONGPAISAN Y, PHANTUMVANIT P (1996). Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique, and development. *Journal of public health dentistry*, **56**: 135-140.
- FRENCKEN JE, LEAL SC, NAVARRO MF (2012). Twenty-five-year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview. *Clinical oral investigations*, **16**: 1337-1346.

- 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.
- FRIED D, STANINEC M, DARLING CL, CHAN KH, PELZNER RB (2013). *Clinical monitoring of early caries lesions using cross polarization optical coherence tomography*. Paper presented at the Lasers in Dentistry XIX.
- FUSAYAMA T (1979). Two layers of carious dentin; diagnosis and treatment. *Oper Dent*, 4: 63-70.
- FUSAYAMA T, KUROSAKI N (1972). Structure and removal of carious dentin. *Int Dent J*, 22: 401-411.
- GAMBORENA I, BLATZ M (2011). Fluorescence—Mimicking nature for ultimate esthetics in implant dentistry. *Quint Dent Tec*, 34: 7-23.
- GANESH M, PARIKH D (2011). Chemomechanical caries removal (CMCR) agents: Review and clinical application in primary teeth. *Journal of Dentistry and oral hygiene*, 3: 34-45.
- GOLDMAN M, KRONMAN JH (1976). A preliminary report on a chemomechanical means of removing caries. *The Journal of the American Dental Association*, 93: 1149-1153.
- GORDAN VV, RILEY JL, 3RD CARVALHO RM, SNYDER J, SANDERSON J, ANDERSON M, GILBERT GH, DPBRN COLLABORATIVE GROUP (2011). Methods used by dental practice-based research network dentists to diagnose dental caries. *Oper Dent*, 36: 2-11.
- GUJJAR KR, N SUMRA (2013). Minimally invasive dentistry-A review. *Int J Clin Prev Dent*, 9:109-120.
- GÜNDÜZ DK, ÇELENK P (2003). Çürük tanısında kullanılan yeni yöntemler. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 6: 43-49.
- HAACK R, WICHT MJ, NOACK MJ (2000). Does chemomechanical caries removal affect dentine adhesion?. *European journal of oral sciences*, 108: 449-455.
- HACIOĞULLARI İ, ULUSOY N, CENGİZ E (2016). Derin dentin çürüklerinin tedavisinde alternatif yeni yöntemler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 120 -136.
- HAHN SK, JUNG-WOOK K, LEE S-H, CHONG-CHUL K, HAHN S-H, JANG K-T (2004). Microcomputed tomographic assessment of chemomechanical caries removal. *Caries research*, 38: 75.

- HAMAMA H, YIU C, BURROW MF, KING N (2013). Chemical, morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Australian dental journal*, **58**: 283-292.
- HOSOYA Y, TAGUCHI, F TAY (2007). Evaluation of a new caries detecting dye for primary and permanent carious dentin. *Journal of dentistry*, **35**: 137-143.
- HSIEH YS, HOYC, LEE SY, CHUANG CC, TSAI JC, LIN KF, SUN CW (2013). Dental optical coherence tomography. *Sensors*, **13**: 8928-8949.
- HUYSMANS MC, LONGBOTTOM C, PITTS N, LOS P, BRUCE P (1996). Impedance spectroscopy of teeth with and without approximal caries lesions-an in vitro study. *Journal of dental research*, **75**: 1871-1878.
- 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 Dentistry and Oral Epidemiology*, **35**: 170-178.
- JABLONSKI-MOMENI A, SCHIPPER HM, ROSEN SM, HEINZEL-GUTENBRUNNER M, ROGENDORF MJ, SROLL R, STACHNISS V, PIEPER K (2011). Performance of a fluorescence camera for detection of occlusal caries in vitro. *Odontology* **99**(1): 55-61.
- KAMBUROGLU K, BARENBOIM S, ARITÜRK T, KAFFE I (2008). Quantitative measurements obtained by micro-computed tomography and confocal laser scanning microscopy. *Dentomaxillofacial Radiology*, **37**: 385-391.
- KATHURIA V, ANKOLA AV, HEBBAL M, MOCHERLA M (2013). Carisolv-an innovative method of caries removal. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, **7**: 3111.
- KATO S, FUSAYAMA T (1970). Recalcification of artificially decalcified dentin in vivo. *Journal of dental research*, **49**: 1060-1067.
- KIDD E (2004). How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries research*, **38**: 305-313.
- KIDD E, BANERJEE A, FERRIER S, LONGBOTTOM C, NUGENT Z (2003). Relationships between a clinical-visual scoring system and two histological techniques: a laboratory study on occlusal and approximal carious lesions. *Caries research*, **37**: 125-129.
- KIDD E, JOYSTON-BECHAL S, SMITH M (1990). Staining of residual caries under freshly-packed amalgam restorations exposed to tea/chlorhexidine in vitro. *International dental journal*, **40**: 219-224.

- KINNEY J, G MARSHALL JR, MARSHALL S (1994). Three-dimensional mapping of mineral densities in carious dentin: theory and method. *Scanning microscopy* **8**: 197-204.
- KLETER G (1998). Discoloration of dental carious lesions (a review). *Archives of oral biology*, **43**: 629-632.
- KLETER GA, DAMEN JJ, BUIJS MJ, CATE JT (1997). The Maillard reaction in demineralized dentin in vitro. *European journal of oral sciences*, **105**: 278-284.
- KOENIG K, SCHNECKENBURGER H (1994). Laser-induced autofluorescence for medical diagnosis. *Journal of fluorescence*, **4**: 17-40.
- KONIGM K, FLELVIMING G, HIBST R (1998). LASER—INDUCED AUTOFLUORESCENCE SPECTROSCOPY OF DENTAL CARIES. *Cellular and molecular biology*, **44**: 1293-1300.
- KORAY F. (1981). Diş Çürükleri, Altın Matbaacılık, Ankara. p. 55-59.
- KORKUT B, TAGTEKİN DA, YANIKOĞLU FÇ (2011). Early diagnosis of dental caries and new diagnostic methods: QLF, Diagnodent, Electrical Conductance and Ultrasonic System. *EÜ Dişhek Fak Derg*, **32**: 55-67.
- KORNBLIT R, TRAPANI D, BOSSÙ M, MULLER-BOLLA M, ROCCA J, POLIMENI A (2008). "The use of Erbium: YAG laser for caries removal in paediatric patients following Minimally Invasive Dentistry concepts." *European Journal of Paediatric Dentistry*, **9**: 81.
- KUBOKI Y, LIU CF, FUSAYAMA T (1983). Mechanism of differential staining in carious dentin. *Journal of dental research*, **62**: 713-714.
- KUL S (2011). Klinik araştırmalarda örnek genişliği belirleme. *Turkish Journal of Public Health*, **18**: 103-112.
- KURT MH, ORHAN K (2016). Diş Hekimliğinde Mikro-Bilgisayarlı Tomografi Kullanımı. *Türkiye Klinikleri Ağız Diş ve Çene Radyolojisi-Özel Konular*, **2**: 14-21.
- KÜHNISCH J, BÜCHER K, HICKEL R (2007). The intra/inter-examiner reproducibility of the new DIAGNodent Pen on occlusal sites. *Journal of dentistry*, **35**: 509-512.
- KÜHNISCH J, GODDON I, BERGER S, SENKEL H, BÜCHER K, OEHME T, HICKEL R, HEINRICH-WELTZIEN R (2009). Development, methodology and potential of the new Universal Visual Scoring System (UniViSS) for caries detection and diagnosis. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, **6**: 2500-2509.

- KRUTCHKOFF, D.J. (1981). The pathogenesis of dental caries. In: pediatric dental medicine, ed.: Forrester, D.J., Wagner, M.L., Fleming, J. Philadelphia: Lea&Febiger, Chapter 10.
- LEE, Y. K., Lu, H., & Powers, J. M. (2005). Fluorescence of layered resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **17**(2), 93-100.
- LAI G (2014). Fluorescence-aided caries excavation, PhD. Imu. Nanjing, China.
- LAI G, KAISARLY D, XU X, KUNZELMANN KH (2014). MicroCT-based comparison between fluorescence-aided caries excavation and conventional excavation. *American journal of dentistry*, **27**: 12-16.
- LAIRD W, WALMSLEY A (1991). Ultrasound in dentistry. Part 1-biophysical interactions. *Journal of dentistry*. **19**: 14-17.
- LENNON A (2003). Fluorescence-aided caries excavation (FACE) compared to conventional method. *Oper Dent*, **28**: 341-345.
- LENNON A, BUCHALLA W, SWITALSKI L, STOOKEY G (2002). Residual caries detection using visible fluorescence. *Caries research*, **36**: 315-319.
- LENNON AM, BUCHALLA W, RASSNER B, BECKER K, ATTIN T (2006a). Efficiency of 4 caries excavation methods compared. *Operative dentistry*, **31**: 551-555.
- LENNON AM, BUCHALLA W, BRUNE L, ZIMMERMANN O, GROSS U, ATTIN,T (2006b). The ability of selected oral microorganisms to emit red fluorescence. *Caries research*, **40**: 2-5.
- LENNON AM, WIEGAND A, BUCHALLA W, WAHL B, WERNER C, BETKE H, HANNIG C, RÖDIG T, ATTIN T (2007a). Subjectivity and examiner experience in diagnosis of residual caries--an in vitro study. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, **117**: 123-127.
- LENNON AM, ATTIN T, BUCHALLA W (2007b). Quantity of remaining bacteria and cavity size after excavation with FACE, caries detector dye and conventional excavation in vitro. *Operative dentistry*, **32**: 236-241.
- LENNON ÁM, ATTIN T, MARTENS S, BUCHALLA W (2009). Fluorescence-aided caries excavation (FACE), caries detector, and conventional caries excavation in primary teeth. *Pediatric dentistry*, **31**: 316-319.
- LIN-P'ING CHOO-SMITH C, DONG C, CLEGHORN B, HEWKO M (2008). Shedding new light on early caries detection. *Journal Canadian Dental Association*, **74**: 913.

- LUBOW RM, COOLEY RL (1986). Effect of air-powder abrasive instrument on restorative materials. *Journal of prosthetic dentistry*, **55**: 462-465.
- MAAROUF R, BADR S, RAGAB H (2018). Clinical Efficiency of Polymer Burs in Caries Removal in Primary Molars and Relevant Pain Perception: A Randomized Controlled Trial. *International Arab Journal of Dentistry*, **392**: 1-6.
- MACHOY M, SEELIGER J, SZYSZKA-SOMMERFELD L, KOPROWSKI R, GEDRANGE T, WOŹNIAK K. (2017). The use of optical coherence tomography in dental diagnostics: a state-of-the-art review. *Journal of Healthcare engineering*, **2017**: 7560645.
- MARSH PD (1999). Microbiologic aspects of dental plaque and dental caries. *Dental clinics of north America*, **43**: 599-614.
- MARTENS L (2011). Laser physics and a review of laser applications in dentistry for children. *European Archives of Paediatric Dentistry*, **12**: 61-67.
- MATSUMOTO SFB, MOTTA LJ, ALFAYA TA, GUEDES CC, FERNANDES KPS, BUSSADORI SK (2013). Assessment of chemomechanical removal of carious lesions using Papacarie Duo™: Randomized longitudinal clinical trial. *Indian Journal of Dental Research*, **24**: 488.
- MIALHE FL, PEREIRA AC, DE CASTRO MENEGHIM M, AMBROSANO GMB, PARDI V (2009). The relative diagnostic yields of clinical, FOTI and radiographic examinations for the detection of approximal caries in youngsters. *Indian Journal of Dental Research*, **20**: 136.
- MITAL P, MEHTA N, SAINI, A RAISINGANI D, SHARMA M (2014). Recent advances in detection and diagnosis of dental caries. *J. Evol. Med. Dent. Sci* **3**: 177-191.
- MOHANRAJ M, PRABHU VR, SENTHIL R (2016). Diagnostic methods for early detection of dental caries-A review. *International Journal of Pedodontic Rehabilitation*, **1**: 29.
- MOSLEMI M, ERFANPARAST L, FEKRAZAD R, TADAYON N, DADJO H, SHADKAR MM, KHALILI Z (2010). The effect of Er, Cr: YSGG laser and air abrasion on shear bond strength of a fissure sealant to enamel. *The Journal of the American Dental Association*, **141**: 157-161.
- MUALLA SK (2016). Fluorescence And Dentistry. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, **15**: 65-75.
- NEUHAUS K, ELLWOOD R, LUSSI A, PITTS N (2009). Traditional lesion detection aids. In *Detection, assessment, diagnosis and monitoring of caries*, **21**: 42-51.

- NEVES ADA, COUTINHO E, CARDOSO MV, JAECQUES SV, VAN MEERBEEK B (2010). Micro-CT based quantitative evaluation of caries excavation. *Dental Materials*, **26**: 579-588.
- NEVES ADA, COUTINHO E, DE MUNCK J, VAN MEERBEEK B (2011a). Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-CT investigation. *Journal of dentistry*, **39**: 154-162.
- NEVES ADA, COUTINHO E, VIVAN CARDOSO, M, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B (2011b). Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, **13**: 7.
- NG S, FERGUSON M, PAYNE P, SLATER P (1988). Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth: a new method for detecting early caries. *Journal of dentistry*, **16**: 201-209.
- NIELSEN AG, RICHARDS JR, WOLCOTT RB (1955). Ultrasonic dental cutting instrument: I. *The Journal of the American Dental Association*, **50**: 392-399.
- NYVAD B, MACHIULSKIENE V, BÆLUM, V (1999). Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries research*, **33**: 252-260.
- OCHOA-ROMERO T, MENDEZ-GONZALEZ V, FLORES-REYES H, POZOS-GUILLEN A (2011). Comparison between rotary and manual techniques on duration of instrumentation and obturation times in primary teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **35**: 359-364.
- OGAWA K, YAMASHITA Y, ICHIJO T, FUSAYAMA T (1983). The ultrastructure and hardness of the transparent of human carious dentin. *Journal of dental research*, **62**: 7-10.
- OHGUSHI K, FUSAYAMA T (1975). Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. *Journal of dental research*, **54**: 1019-1026.
- ORHAN K (2020). *Micro-computed Tomography (micro-CT) in Medicine and Engineering*: Springer (e-book).
- PESKERSOY C, TURKUN M, ONAL B (2015). Comparative clinical evaluation of the efficacy of a new method for caries diagnosis and excavation. *Journal of conservative dentistry: JCD*, **18**: 364.
- PETERSEN PE, BOURGEOIS D, OGAWA H, ESTUPINAN-DAY S, NDIAYE C (2005). The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bulletin of the World Health Organization*, **83**: 661-669.

- PITTS NB (1997). Diagnostic tools and measurements-impact on appropriate care. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **25**: 24-35.
- PRETTY I, EKSTRAND K (2016). Detection and monitoring of early caries lesions: a review. *European Archives of Paediatric Dentistry* **17**: 13-25.
- PUGACH M, STROTHER J, DARLING C, FRIED D, GANSKY S, MARSHALL S, MARSHALL G (2009). Dentin caries zones: mineral, structure, and properties. *Journal of dental research*, **88**: 71-76.
- RHODES J, FORD TP, LYNCH J, LIEPINS P, CURTIS R (1999). Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *International endodontic journal*, **32**: 165-170.
- RICKETTS D, KIDD E, LIEPINS P, WILSON R (1996). Histological validation of electrical resistance measurements in the diagnosis of occlusal caries. *Caries research*, **30**: 148-155.
- ROBINSON C, SHORE RC, BROOKES SJ, STRAFFORD S, WOOD S, KIRKHAM J. (2000). The chemistry of enamel caries. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, **11**: 481-495.
- SAILER R, PAULUS R, HIBST R (2001). Analysis of carious lesions and subgingival calculi by fluorescence spectroscopy. *Caries Res*, **35**: 267.
- SATO Y, FUSAYAMA T (1976). Removal of dentin by fuchsin staining. *Journal of dental research*, **55**: 678-683.
- SCHNEIDERMAN A, ELBAUM M, SHULTZ T, KEEM S, GREENEBAUM M, DRILLER J (1997). Assessment of dental caries with digital imaging fiber-optic transillumination (DIFOTITM): in vitro Study. *Caries research*, **31**: 103-110.
- SEÇİLMİŞ A, DİLBER E, ÖZTÜRK N, YILMAZ FG (2013). The effect of storage solutions on mineral content of enamel. *Materials Sciences and Applications*, **4**: 439-445.
- SHAKIBAIE F, GEORGE R, WALSH L (2011). Applications of laser induced fluorescence in dentistry. *International Journal of Dental Clinics*, **3**: 38-44.
- SHEMESH H, VAN SOEST G, WU MK, WESSELINK PR (2008). Diagnosis of vertical root fractures with optical coherence tomography. *Journal of endodontics*, **34**: 739-742.
- SHIMADA Y, SADR A, SUMI Y, TAGAMI J (2015). Application of optical coherence tomography (OCT) for diagnosis of caries, cracks, and defects of restorations. *Current oral health reports*, **2**: 73-80.

- STRASSLER HE, SENSI LG (2008). Technology-enhanced caries detection and diagnosis. *Compendium of continuing education in dentistry*, **29**: 464-465, 468, 470.
- STRASSLER HE, PİTEL ML (2014). Using fiber-optic transillumination as a diagnostic aid in dental practice. *Compend Contin Educ Dent.*, **35**: 80-88.
- SWAIN MV, XUE J (2009). State of the art of Micro-CT applications in dental research. *International journal of oral science*, **1**: 177-188.
- ŞENER Y, ŞENGUN A, KUŞDEMİR M, ÖZTÜRK B, BAĞLAR S (2011). Atravmatik restoratif tedavi için kullanılan cam iyonomer simanların mikrosızıntısı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **2011**: 175-181.
- TAYLOR AM, SATTERTHWAITE JD, ELLWOOD RP, PRETTY IA (2010). An automated assessment algorithm for micro-CT images of occlusal caries. *The surgeon*, **8**: 334-340.
- TEZUKA H, SHIMADA Y, MATIN K, IKEDA M, SADR A, SUMI Y, TAGAMI J (2016). Assessment of cervical demineralization induced by *Streptococcus mutans* using swept-source optical coherence tomography. *Journal of Medical Imaging*, **3**: 014504.
- TRANÆUS S (2002). Clinical application of QLF and DIAGNOdent: Two new methods for quantification of dental caries: Institutionen för odontologi/Department of Odontology Thesis, p. 17-19.
- TULGA F, KARA D (1998). Farklı yüzey hazırlama tekniklerinin ve asitleme sürelerinin fissür örtücülerin bağlanma kuvvetleri üzerine etkilerinin sürekli dişlerde değerlendirilmesi (Bölüm I). *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **15**: 27-39.
- TURGUT M (2017). Çürüğün Temizlenmesinde Kemomekanik Çürük Uzaklaştırma ve Döner Alet Tekniğinin İn Vitro Koşullarda Karşılaştırılmalı Olarak Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Ankara.
- TYAS MJ, ANUSAVICE KJ, FRENCKEN JE, MOUNT GJ (2000). Minimal intervention dentistry—a review FDI Commission Project 1–97. *International dental journal*, **50**: 1-12.
- VAARKAMP J, TEN BOSCH J, VERDONSCHOT E (1995). Light propagation through teeth containing simulated caries lesions. *Physics in medicine & biology*, **40**: 1375.
- VALEUR B. (2003). Molecular fluorescence. *Digital Encyclopedia of Applied Physics*, p: 477-531.

- VUSURUMARTHI V, BALLULLAYA SV, PUSHPA S, VELUVARTI VRK, LOKA P, GALLA PK (2020). Evaluation and comparison of caries excavation efficacy of three different burs: A micro-computed tomographic-assisted study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, **10**: 213.
- WAGGONER WF, NELSON T (2019). Restorative dentistry for the primary dentition. *Pediatric Dentistry*, Elsevier: p. 304-328.
- WALLER E, DE JOSSELIN DE JONG E, VAN DER VEEN M (2003). QLFtm: a new diagnostic tool for oral health assessment. *Woman Dentist Journal*, **1**: 8-16.
- WALMSLEY A, WILLIAMS A, LAIRD W (1987). The air-powder dental abrasive unit—an evaluation using a model system. *Journal of oral rehabilitation*, **14**: 43-50.
- WALSH LJ (2018). Caries diagnosis aided by fluorescence. *Dental Caries—Diagnosis and Management*; Arkanslan, Z., Ed.; InTech Publishers: Rijeka, Croatia, p. 97-115.
- WHITE JM, EAKLE WS (2000). Rationale and treatment approach in minimally invasive dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, **131**: 13-19.
- WHITE SC, PHAROAH MJ (2004). Oral Radiology Principles and Interpretation. 5th ed. *St. Louis: Mosby*, 225-245.
- WILLMOTT N, F WONG, DAVIS G (2007). An X-ray microtomography study on the mineral concentration of carious dentine removed during cavity preparation in deciduous molars." *Caries Research*, **41**: 129-134.
- WOLF DE (2003). Fundamentals of fluorescence and fluorescence microscopy. In *Methods in cell biology*, Elsevier, Vol. 72, pp. 157-184.
- WONG F, P ANDERSON, FAN H, G DAVIS (2004). X-ray microtomographic study of mineral concentration distribution in deciduous enamel. *Archives of Oral Biology*, **49**: 937-944.
- YIP H, SAMARANAYAKE L. (1998). Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clinical oral investigations*, **2**: 148-154.
- YONEMOTO K, EGURO T, MAEDA T, TANAKA H (2006). Application of DIAGNOdent® as a guide for removing carious dentin with Er: YAG laser. *Journal of dentistry*, **34**: 269-276.
- ZANDONÁ AF, ZERO DT (2006). Diagnostic tools for early caries detection. *The Journal of the American Dental Association*, **137**: 1675-1684.

- ZAYET MK, EL-TAWEL SB, MAHMOUD SA, ABDELMONIEM S (2019). Minimal Invasive Potential of Three Caries Excavation Methods in Children. *International Journal of Dental Research and Reviews*, **2**: 18.
- ZHANG X, R TU, W YIN, X ZHOU, X LI, D HU (2013). Micro-computerized tomography assessment of fluorescence aided caries excavation (FACE) technology: comparison with three other caries removal techniques. *Australian dental journal* **58**: 461-467.
- ZHI Q, LO E, KWOK A (2013). An in vitro study of silver and fluoride ions on remineralization of demineralized enamel and dentine. *Australian dental journal*, **58**: 50-56.
- ZINCK J, MCINNES-LEDOUX P, CAPDEBOSCQ C, WEINBERG R (1988). Chemomechanical caries removal—a clinical evaluation. *Journal of oral rehabilitation*, **15**: 23-33.
- ZOU W, HUNTER N , SWAIN M (2011). Application of polychromatic μ CT for mineral density determination. *Journal of dental research* **90**: 18-30.

EKLER

EK 1. Gönüllü Onam Formu (Veli)

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Pedodonti Anabilim Dalı’nda yürütülmekte olan “Çocuk Diş Hekimliğinde çürük uzaklaştırılmasında floresans destekli yöntemin geleneksel yöntemle karşılaştırılması” konulu araştırmaya katılmanız istenmektedir. Bu araştırmada çekim endikasyonu konulan süt azı dişler kullanılacaktır. Yapılan klinik ve radyografik muayene sonucunda velisi bulunduğunuz çocuğunuzun dişinin çekilmesine karar verilmiştir. Size ait bilgiler bu çalışma dışında başka hiçbir yerde herhangi bir amaçla kullanılmayacaktır. Çekilmesi planlanan dişin çalışmamızda kullanılıp kullanılmaması kararı size ait olup, kabul etmemeniz durumunda çekilecek olan diş bu çalışma için kullanılmak üzere alınmayacaktır. Kabul etmemeniz durumunda dahi tedavi planlandığı üzere devam edecektir.

Bu çalışmada yer almayı kabul ediyorum. Dt. Selin ŞEN tarafından çalışmanın amacı ve sonuçları hakkında bilgilendirildim.

Hastanın Velisi:

Ad-Soyad:

Tarih:

İmza:

Hasta:

Ad-Soyad:

Tarih:

İmza:

Tanık:

Ad-Soyad:

Tarih:

İmza:

EK 2. Gönüllü Onam Formu (Çocuk)

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU (Çocuk)

Süt azı dişin artık kullanılamayacak duruma geldiği için doktor ablalar/ağabeyler tarafından çekilmesi gerektiğine karar verilmiş. Eğer izin verersen çekilen dişini/dişlerini doktor ablanın yapacağı bir araştırmada kullanmak istiyoruz. Eğer dişini vermek istemezsen de önemli değil, başkalarından alabiliriz.

Çekilen süt dişimin/dişlerimin Selin Şen tarafından alınmasına izin veriyorum ve bu abla bana açıklama yapmıştır.

Çocuk Hasta:

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

Tanık:

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

EK 3. Etik Krul Onayı



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Konu : Etik Kurul Hk.
Sayı : 36290600/12

08.06.2023

Sayın Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ
A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ tarafından gönderilen "Floresans Destekli Çürük Uzaklaştırma Yönteminin Etkinliğinin İnvitro Koşullarda Değerlendirilmesi" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur. Bilgilerinizi saygılarımla rica ederim.


Prof. Dr. Murat AKKAYA
Ankara Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurul
Başkanı

Eki: 3 sayfa

ÖZGEÇMİŞ

I. BİREYSEL BİLGİLER

Adı : Selin
Soyadı : ŞEN
Doğum yeri ve tarihi : Kocaeli/ 08.04.1992
Uyruğu : T.C.
Medeni durumu : Bekar
İletişim adresi : Bahçelievler Mahallesi 56. Sokak 27/2
Çankaya/ ANKARA
E posta : selin.sen123@gmail.com
Telefon : 0538 433 98 65

II. EĞİTİM

2017-2020 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Çocuk Diş Hekimliği Uzmanlık Eğitimi
2011-2016 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Diş Hekimliği Lisans Eğitimi

III. ÜNVANLAR

2016 : Diş Hekimi

IV. MESLEKİ DENEYİM

2017-2020 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Uzmanlık
Eğitimi, Uzmanlık Öğrencisi

V. ÜYE OLDUĞU BİLİMSEL KURULUŞLAR

Türk Pedodonti Derneği
International Association of Paediatric Dentistry (IAPD)

VI. BİLİMSEL İLGİ ALANLARI

Bilimsel Toplantılarda Takdim Edilen ve Bildiri Kitabında Basılan Poster Sunumları

ŞEN S., OZ F.; “The Treatmant of The Unfavourable Drawbacks of Two Teeth With Complicated Crown Fracture” Poster Sunumu; International Association of Pediatric Dentistry Regional Meeting & 25th Congress of Turkish Society of Pediatric Dentistry, 12-14Ekim 2018, İstanbul

ŞEN S., OZ F., “Amelogenezis İmperfektalı Bir Hastada Tedavi Yaklaşımı: Bir Olgu Sunumu” Poster Sunumu; 26. Uluslararası Türk Pedodonti Derneği Kongresi, 10-13Ekim 2019, Antalya

VII. BİLİMSEL ETKİNLİKLERİ

Katıldığı Bilimsel Sempozyum ve Kongreler

1. International Association of Pediatric Dentistry Regional Meeting & 25th Congress of Turkish Society of Pediatric Dentistry, 12-14Ekim 2018, İstanbul
2. Uluslararası Meandros Diş Hekimliği Kongresi 2018, 23-25 Kasım, Aydın, Türkiye.
3. Türk Pedodonti Derneği 26. Bilimsel Kongresi 2019, 10-13 Ekim, Antalya, Türkiye.

VIII. KATILDIĞI KURSLAR

1. Türk Pedodonti Derneği Ankara Şubesi, Travmatik Diş Yaralanmalarında Klinik Yaklaşımlar, 7 Ocak 2018, Ankara.
2. NuSmile Zirconia Pediatrik Kron ve MTA Kursu, 12 Mayıs 2019, İstanbul

3. 26. Uluslararası Türk Pedodonti Derneği Kongresi, Uygulamalı Endodonti
Kursu: Şekillendirmeden Doldurmaya, 10 Ekim 2019, Antalya.

