

**T.C  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİNİN  
ETKİNLİKLERİNİN *IN VİTRO* OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI**

**GÜNSELİ KATIRCI**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. R. Banu ERMİŞ**

**Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinasyon Birimi Tarafından 1652-D-08 Proje numarası ile desteklenmiştir.  
Tez. No: 33**

**2009-İSPARTA**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
**Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Doktora Programı**  
Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından  
Doktora *Tezi* olarak kabul edilmiştir.

**Tez Savunma Tarihi** : 20 / 07 / 2009

**Tez Danışmanı** : Doç. Dr. R. Banu Ermiş  
Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi  
Anabilim Dalı

**Üye** : Prof. Dr. Necmi Gökay  
Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı  
Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı

**Üye** : Doç. Dr. H. Hüseyin Yılmaz  
Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji  
Anabilim Dalı

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Esra Uzer Çelik  
Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi  
Anabilim Dalı

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Adnan Çalık  
Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümü Tasarım ve Konstrüksiyon Eğitimi  
Anabilim Dalı

**ONAY:** Bu doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri  
üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Doç Dr. Nilgün Kapucuoğlu

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanmasında ve yazılmasında değerli katkılarını esirgemeyen ve çalışmalarım süresince bilimsel olarak yönlendiren değerli doktora danışmanım Doç. Dr. R. Banu Ermiş'e ve değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Esra Uzer Çelik'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez savunma jüri üyeleri; Prof. Dr. Necmi Gökay'a, Doç. Dr. H. Hüseyin Yılmaz'a ve Yrd. Doç. Dr. Adnan Çalık'a yorumlarıyla katkıda bulduklarından dolayı teşekkür ederim.

1658-D-08 no'lu doktora projesine sağlamış oldukları mali destekten dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve beni destekleyen arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Dt. Günseli Katırcı**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>4</b>
2.1. Diş Çürüğünün Etiyolojisi .....	4
2.1.1. Mine Çürüğü .....	4
2.1.2. Dentin Çürüğü .....	5
2.2. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri .....	9
2.2.1. Mekanik Döner Aletler .....	10
2.2.1.1. Dönen Enstrümanlar .....	11
2.2.1.2. Dental Frezler .....	12
2.2.2. Diğer Mekanik Yöntemler .....	13
2.2.2.1. Ekskavatörler .....	13
2.2.2.2. Air-Abrazyon .....	13
2.2.2.3. Ultrasonik Enstrümantasyon .....	14
2.2.2.4. Sono-Abrazyon .....	15
2.2.3. Kemomekanik Yöntem .....	15
2.2.3.1. Carisolv .....	17
2.2.4. Fotoablasyon Yöntemi .....	19
2.2.4.1. Lazer Fiziğinin Temelleri .....	20
2.2.4.2. Diş Sert Dokularında Lazerlerin Kullanılması .....	21
2.3. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi .....	24
2.3.1. Göz ve Sond ile Muayene .....	24
2.3.1.1. Çürük Tespit Boyaları .....	25

2.3.2. Mikrosertlik Testi .....	27
2.3.3. Mikroskobik İnceleme .....	28
2.3.4. Kimyasal Analiz .....	29
2.3.4.1. Diş Sert Dokularının Biyokimyasal Yapısı .....	30
2.3.4.2. Kimyasal Analiz Yöntemleri .....	31
<b>3. GEREÇ ve YÖNTEM .....</b>	<b>33</b>
3.1. Çalışmada Kullanılacak Dişlerin Belirlenmesi .....	33
3.2. Çürük Dokusunun Uzaklaştırılması .....	35
3.2.1. Geleneksel Yöntem .....	35
3.2.2. Kemomekanik Yöntem .....	36
3.2.3. Lazer .....	37
3.3. Rezidüel Çürük Teşhisi .....	38
3.4. Mikrosertlik Testi .....	40
3.4.1. Örneklerin Hazırlanması .....	40
3.4.2. Ön Çalışma .....	42
3.4.3. Mikrosertlik Ölçümü .....	42
3.5. Mikroskobik Değerlendirme .....	43
3.5.1. Örneklerin Hazırlanması .....	43
3.5.2. Stereomikroskop ile İnceleme .....	44
3.5.3. Gözlemciler Arası Uyum .....	45
3.6. Kimyasal Analiz .....	46
3.6.1. Örneklerin Hazırlanması .....	46
3.6.2. SEM Prosedürü .....	46
3.6.3. SEM-EDS Ölçümü .....	47
3.7. İstatistiksel Analiz .....	48
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>50</b>
4.1. Mikrosertlik Testi .....	50
4.2. Gözlemciler Arası Uyum .....	51
4.3. Mikroskobik Değerlendirme .....	52
4.4. Kimyasal Analiz .....	53
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>62</b>
5.1. Test Metodolojisi .....	64

5.1.1. Mikrosertlik Testi .....	64
5.1.2. Mikroskobik Değerlendirme .....	66
5.1.3. Kimyasal Analiz .....	68
5.2. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikrosertlik Testi ile Değerlendirilmesi .....	68
5.2.1. Geleneksel Yöntem .....	68
5.2.2. Kemomekanik Yöntem .....	69
5.2.3. Er:YAG Lazer .....	71
5.3. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikroskop ile Değerlendirilmesi .....	72
5.3.1. Geleneksel Yöntem .....	72
5.3.2. Kemomekanik Yöntem .....	73
5.3.3. Er:YAG Lazer .....	75
5.4. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Kimyasal Analiz ile Değerlendirilmesi .....	77
5.4.1. Geleneksel Yöntem .....	77
5.4.2. Kemomekanik Yöntem .....	78
5.4.3. Er:YAG Lazer .....	79
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>81</b>
<b>7. ÖZET .....</b>	<b>83</b>
<b>8. ABSTRACT .....</b>	<b>84</b>
<b>9. KAYNAKLAR .....</b>	<b>85</b>
<b>10. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>93</b>

## SİMGELER ve KISALTMALAR

A°: Angstrom

Ca/P: Kalsiyum-fosfor oranı

Ca: Kalsiyum

cm: Santimetre

°C: Santigrat derece

CO<sub>2</sub>: Karbondioksit

dk: Dakika

ECM: Elektronik çürük monitörü

EDS: Enerji Dağılımsal X-Işını Spektroskopi Analizi

F: Florür

g: Gram

J: Joule

KHN: Knoop sertlik değeri

kHz: Kilohertz

m: Metre

M: Molarite

ml: Mililitre

mm: Milimetre

µm: Mikrometre

N: Newton

nm: Nanometre

P: Fosfor

p: İstatistiksel anlamlılık düzeyi

pH: Bir çözeltinin asidik veya alkalinite derecesi

rpm: Dakikadaki devir sayısı

SEM: Taramalı elektron mikroskobu

sn: Saniye

V: Volt

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1:</b> Mum bloğa gömülmüş bir diştten radyografinin alınması .....	34
<b>Şekil 2:</b> 1., 2., 3., 4. ve 5. derecedeki çürük lezyonlarını içeren dişlerden alınan radyografiler .....	35
<b>Şekil 3:</b> Geleneksel yöntem ile çürüğün uzaklaştırılması için kullanılan mikromotor ve angldrivası ve 16 nolu tungsten karpit ront frez .....	36
<b>Şekil 4:</b> Kemomekanik çürük uzaklaştırma sistemi .....	37
<b>Şekil 5:</b> Er:YAG lazer cihazı (Kavo) ve çürük dokusunun uzaklaştırılması .....	38
<b>Şekil 6:</b> Rezidüel çürük teşhisi .....	40
<b>Şekil 7:</b> Epoksi rezine gömülmüş bir diş ve mikrosertlik deneyi için ikiye ayrılmış dişlerin görüntüsü .....	41
<b>Şekil 8:</b> Düşük devirli hassas kesme cihazı .....	42
<b>Şekil 9:</b> Mikrosertlik cihazı (MH-3, Metkon) ve elmas Knoop uç .....	43
<b>Şekil 10:</b> Örneklerden elde edilen 0.4 mm kalınlığındaki kesitler .....	44
<b>Şekil 11:</b> Steromikroskop (Olympus S2-STU 1) .....	45
<b>Şekil 12:</b> Kimyasal analiz için epoksi rezine gömülen örnekler ve SEM-EDS ölçümü için metalografik polisajları yapılarak hazırlanmış örnekler .....	47
<b>Şekil 13:</b> SEM-EDS cihazı (JEOL, JSM-6060) .....	48
<b>Şekil 14:</b> Knoop uç tarafından oluşturulan izlerin görüntüsü .....	55
<b>Şekil 15:</b> Çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra rezidüel çürük saptanmayan örneklerin görüntüsü .....	56
<b>Şekil 16:</b> Çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra rezidüel çürük saptanmış olan örneklerin görüntüsü .....	57
<b>Şekil 17:</b> Çürük dokusu uzaklaştırılan örneklerin dentin yüzeyine ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri .....	58
<b>Şekil 18:</b> Çürük dokusunun geleneksel yöntem ile uzaklaştırıldığı örneğe ait SEM-EDS spektrumu ve atomik analiz sonucuna ait fotoğraf .....	59
<b>Şekil 19:</b> Çürük dokusunun kemomekanik yöntem ile uzaklaştırıldığı örneğe ait SEM-EDS spektrumu ve atomik analiz sonucuna ait fotoğraf .....	60



**Şekil 20:** Çürük dokusunun Er:YAG lazer ile uzaklaştırıldığı bir örneğe SEM-EDS spektrumu ve atomik analiz sonucuna ait fotoğraf .....61

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 1:</b> Çürük uzaklaştırma yöntemleri .....	10
<b>Çizelge 2:</b> Dişhekimliğinde kullanılan lazerler .....	21
<b>Çizelge 3:</b> Oklüzal çürük lezyonlarının sınıflandırılması .....	34
<b>Çizelge 4:</b> Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmaları, üretim numaraları ve içerikleri .....	39
<b>Çizelge 5:</b> Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait Knoop mikrosertlik değerleri (KHN) .....	51
<b>Çizelge 6:</b> Rezidüel çürük teşhisinde gözlemciler arası uyum .....	52
<b>Çizelge 7:</b> Kappa değerleri ve gözlemci uyumuna ilişkin yorumları .....	52
<b>Çizelge 8:</b> Mikroskobik inceleme sonucunda rezidüel çürük saptanan diş sayısının ve yüzdelerinin gruplara göre dağılımı .....	53
<b>Çizelge 9:</b> Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait atomik analiz sonucu elde edilen ağırlıkça Ca ve P yüzdeleri ve Ca/P oranları .....	54

## 1. GİRİŞ

Diş çürükleri karyojenik mikroorganizmaların karbonhidratları metabolize etmesiyle oluşan enfeksiyöz bir hastalıktır (Stookey and Cabazas, 2001). Çürük proçesi, yüzeydeki apatit kristallerinden kalsiyum iyonlarının ayrılması ile başlar. Demineralizasyon nedeniyle oluşan bu kalsiyum kaybı, normal şartlarda, remineralizasyon ile kalsiyumun ağız ortamından alınmasıyla karşılanabilmektedir. Remineralizasyon hızı ile demineralizasyon hızı nötralize edilemediğinde ise diş çürükleri oluşmaktadır (Banting, 2001).

Diş çürüklerinin klinikteki ilk belirtisi, etkilenen diş yüzeyinin translüsentliğinin kaybolması nedeniyle minede oluşan beyaz nokta lezyonlarıdır. Bu safhadaki bir çürük lezyonunun ilerlemesi etkin bir önleyici tedavi yöntemi seçildiğinde remineralizasyonun sağlanması ile giderilebilir. Bu tip başlangıç çürüklerinin tedavisinde restoratif prosedürler tercih edilmez. İlerleyen çürük lezyonları ise mine ve mine-dentin birleşim bölgesine penetre olmaktadır ve dentin tübülleri doğrultusunu takip ederek dentin dokusuna ulaşmaktadır. Sonuçta da mine-dentin dokusundan kaynağını alan ve pulpa dokusuna doğru uzanan çürük lezyonları oluşmaktadır (Nikiforuk, 1985).

Konservatif yaklaşıma göre dentindeki çürük lezyonlarının tedavisinde izlenen yol, dentin dokusundaki nekrotik ve enfekte alanların uzaklaştırılması ve daha derindeki dokuların korunması şeklindedir (Nikiforuk, 1985). Geleneksel olarak çürük dokusu, mekanik prensipler kullanılarak frezler veya keskin kenarlı el aletleri ile uzaklaştırılmaktadır (Cederlund et al., 1999). Fakat literatürde bu yöntemin kullanılmasının çürük dokusunu uzaklaştırmadaki etkinliği ve güvenilirliği ile ilgili tartışmalar bulunmaktadır (Celiberti et al., 2006). Geleneksel yöntemin gereğinden fazla diş sert dokusu uzaklaştırması nedeniyle pulpa yaralanmaları oluşturabildiği bildirilmektedir. Ayrıca ağrı, yüksek ses ve oluşan ısı ve vibrasyon, tedavi süresince hastalara rahatsızlık vermektedir (Eberhand et al., 2005, Kirzioğlu et al., 2007).

Bu dezavantajları önlemek amacıyla geleneksel yöntemle alternatif oluşturabilecek air-abrazyon, ultrasonik enstrümantasyon, sono-abrazyon,

fotoablasyon ve kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerini içeren farklı teknikler geliştirilmiştir (Olivera et al., 2007). Yapılan *in vitro* çalışmalarda air abrazyonun, preparasyon sırasında geleneksel yöntemle oluşan ısı artışı, ağrı ve vibrasyon gibi dezavantajları önlediği görülmüştür. Yine sono-abrazyonun, yumuşak ve çürük dentin dokusunu uzaklaştırmada umut verici olduğu laboratuvar çalışmalarında saptanmıştır (Banerjee et al., 2000a).

Kemomekanik yöntemin kullanıldığı laboratuvar çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre, çürük dokusunu sağlam diş sert dokularının uzaklaştırılmasına neden olmadan ve pulpa yaralanmalarını en aza indirerek etkin bir şekilde uzaklaştırabildiği anlaşılmaktadır. Ayrıca bu yöntemle çürüğün uzaklaştırılması sırasında dentin tübüllerinin tıkanmasına neden olan smear tabakasının oluşmadığı da bildirilmiştir (Banerjee et al., 2000a).

Lazer cihazları kullanılarak yapılan *in vitro* çalışmalarda ise bu cihazların, diş sert dokularını pulpada geri dönüşümsüz yıkımlarla sonuçlanan ısı artışına neden olmadan uzaklaştırdığı bulunmuştur. Ayrıca çürüğün uzaklaştırılması sırasında lazer ışığının *Streptococcus mutans*'ı yıkıma uğrattığı gözlenmiştir (Burns et al., 1995). Fakat tüm bu yöntemlerin çürük uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilebilmesi için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, geleneksel yöntemin, kemomekanik yöntemin ve lazerin çürük dokusunu uzaklaştırmadaki etkinliği ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ancak üç yöntemin etkinliğini birlikte değerlendiren bir araştırma bulunmamaktadır. Bu yöntemlerin çürük uzaklaştırma etkinliklerinin ve dentinin kompozisyonu üzerine etkilerinin karşılaştırılması amacıyla yaptığımız çalışmamızdan elde edilecek sonuçlar çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılabilen en uygun yöntemin belirlenmesi açısından önemlidir.

Bu nedenle bu çalışmanın amacı;

1. Geleneksel, kemomekanik ve Er:YAG lazeri içeren üç farklı çürük uzaklaştırma yönteminin, çürük dentin dokusunu uzaklaştırma etkinliklerinin mikrosertlik testi ile değerlendirilmesidir.

2. Üç farklı çürük uzaklaştırma yönteminin kullanıldığı kavitelelerdeki rezidüel çürük varlığının bir stereomikroskop ile incelenerek, çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılabilir uygun yöntemin mikroskopik değerlendirme ile belirlenmesidir.

3. Ayrıca geleneksel, kemomekanik ve Er:YAG lazeri içeren üç farklı çürük uzaklaştırma yönteminin dentinin kompozisyonu üzerine olan etkilerinin kimyasal analiz yöntemiyle incelenmesidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Diş Çürüğünün Etiyolojisi

Diş çürüğü, diş sert dokularının yıkımı ile sonuçlanan enfeksiyöz bir hastalıktır (Tachibana, 2007). Yapılan bir çalışmada, germ-free hayvanlarda, karyojenik bakterilerin (*mutans streptokokları*) ağız ortamında bulunmadığı koşullarda, sık şeker alınmasının çürük oluşturmadığını kanıtlamıştır. Asidojenik ve asidürik bakteriler diş yüzeylerinde koloniler oluşturarak diş çürüğüne neden olduklarından dolayı etiyojik faktörler arasında yer alırlar. Şeker gibi fermente olabilen karbonhidratlar ise dışsal (çevresel) çürük oluşturucu modifiye risk faktörleri veya prognostik risk faktörleri olarak kabul edilmektedir. Ağız ortamında tüm bu faktörlerin varlığının çürük oluşturucu etkisi, dişlerin niteliği veya tükürüğün niteliği ve miktarı gibi konağa ait faktörler ile önlenebilmektedir (Axelsson, 2000).

Diş çürüğü mine, dentin ve sementi etkilemektedir (Tachibana, 2007). Diş çürüklerinin kendi kendilerini sınırlandırma mekanizmaları olmadığından dolayı tedavi edilmezlerse diş sert dokuları tamamıyla kaybedilinceye kadar çürük süreci ilerleyebilir. Diş sert dokularının lokalize yıkımı sıklıkla *lezyon* olarak adlandırılmaktadır ve çürük belirtisi olarak kabul edilmektedir. Araştırmacılar tarafından diş çürüğünün başlamasının ve ilerlemesinin pek çok faktörün birbiri ile ilişkisi sonucunda olduğu düşünülse de çürük nedeniyle diş dokularında yıkımın oluşmasındaki ilk gereklilik, diş yüzeyleri üzerinde ağız bakterilerinin biyofilm tabakası yani plak oluşturmasıdır. Bununla birlikte dental plakla çevrili olduğu halde çürük belirtisi gözlenmiyor ise dişler üzerindeki mikrobiyel birikimin çürük oluşturmak için yeterli olmadığı düşünülebilir (Fejerskov et al., 2003).

#### 2.1.1. Mine Çürüğü

Ağız ortamında diş minesinin fizikokimyasal bütünlüğünü koruması tükürük ve plak sıvısı gibi dişler etrafındaki sıvıların kimyasal özellikleri ve kompozisyonuna bağlıdır. Diş minesindeki apatitin, stabilitesini korumasındaki en önemli faktörler, ortamın pH'sı, ağız sıvıları içindeki kalsiyum, fosfat ve florür konsantrasyonudur.

Çürük proçesi, karbonhidratların bakteriyel fermantasyonu ile başlamaktadır. Daha sonra organik asitler oluşmakta ve pH düşmektedir (Axelson, 2000).

Minede kavitasyon gözlenmeyen çürük lezyonlarının, mineral kaybının belirgin olarak gözlendiği ve prizmaların demineralize olduğu, 20-40 µm kalınlığında pöröz bir yüzey tabakası içerdiği gösterilmiştir. Mine lezyonlarında yüzeyel tabakanın altındaki alanlarda da bir miktar mineral kaybı vardır fakat bu tabakalardaki mineralizasyon oranı yüzeyel tabakaya göre daha fazladır. Isırma radyografilerinde kavitasyon oluşmamış bir dişte minenin aproksimalinde gözlenen radyolüsent alanlar, mine prizmalarının sayısının değişmediği fakat mineral kayıplarının gerçekleştiği bölgeleri göstermektedir. Fissürlerdeki ve bukkal ve lingual mine yüzeylerindeki çürük lezyonları plağın uzaklaştırılmasından sonra kolaylıkla teşhis edilebilmektedir. Çürük ilerleme hızının yüksek olduğu koşullarda yani plak pH'nın düşük olduğu aktif lezyonlarda mine yüzeyleri pürüzlüdür ve minenin translüsentliği kaybolmuştur. Tebeşirimsi beyaz renkte görülen ve beyaz nokta lezyonları olarak adlandırılan bu lokalize alanların varlığı çürük nedeniyle yıkımın başladığını göstermektedir. Mine lezyonlarının üzerindeki dental plak uzaklaştırılmadığı zaman çürük hızla daha alt tabakalara doğru ilerlemektedir. Minedeki yıkımın ilerlemesi ve kavitenin dereceli olarak büyümesi, bakterilerin asit üretimi ve çiğneme veya yüzeylerin dikkatsizce sondlanması ile mekanik mikrotravmalar sonucunda oluşmaktadır (Axelson, 2000).

### **2.1.2. Dentin Çürüğü**

Minedeki kavitasyonsuz çürük lezyonları bazı faktörlerin etkisiyle dentine ulaşabilir. Çürük lezyonlarının ilerlemesinde; minedeki lezyonun yeri, derinliği ve büyüklüğü, mine lezyonunun gelişme hızı, minenin posteruptif yaşı, bireyin ağız bakımı ve çürük riski, ihtiyaca bağlı olarak koruyucu programların uygulanması gibi faktörler etkilidir (Axelson, 2000).

Dentin çürüklerinin gelişmesinde mine ve dentinin orijinin ve kompozisyonunun farklı olması önemlidir. Bu nedenle mine ve dentin kimyasallar, asitler, atrizyon ve ısı gibi uyaranlar karşısında birbirinden farklı cevaplar vermektedir. Mine diş germinin ektodermal komponentinden köken alırken, pulpa-dentinal organ mezenkimal komponentten köken almaktadır. Mine avasküler ve

asellüler yapıdadır ve hasarlara cevap veremez. Dentin dokusunda, odontoblastlar pulpa-dentin organının iç kısmını oluştururlar ve vital dokulardır. Ayrıca bu dokular dış uyaranlara karşı spesifik cevaplar verebilmektedir. Minenin mikropöröz yapısı nedeniyle ağız boşluğunda oluşan uyaranlar dentin ve pulpaya iletilebilir (Axelson, 2000). Dentinde çürüğün ilerlemesiyle üç önemli değişiklik oluşmaktadır. Önce organik asitler nedeniyle dentin demineralize olmaktadır, daha sonra dentindeki organik materyal özellikle de kollagenin yapısı bozulmakta ve çözünmektedir. Son olarak da bakterilerin dokuya invaze olması nedeniyle dentin dokusu yıkılmaktadır (Roberson and Lundeen, 2002).

Pulpa-dentin organının en önemli savunma mekanizması, dentin tübüleri içinde mineral birikmesi ile oluşan tübüler sklerozistir. Minedeki demineralizasyon, minenin pörözitesini ve geçirgenliğini artırmaktadır ve ilk karşılaşılan ve orta şiddetteki bir uyaran mine lezyonunun pöröz kısmının altındaki dentinde savunma reaksiyonunu başlatabilmektedir. Işık mikroskobu ile elde edilen büyük bir büyütme ile biyokimyasal ve histokimyasal metotlar kullanılarak dentindeki tübüler sklerozis gibi reaksiyonlar erken safhada saptanabilmektedir (Axelsson, 2000).

Başlangıçta oluşan tübüler sklerozis, mine lezyonu mine-dentin birleşimine ulaştığında gözlenebilir. Bu aşamada ayrıca dentindeki demineralizasyonun ilk belirtileri olan sarı veya kahverengimsi renklenmeler gözlenmektedir. Uzun yıllar dentindeki demineralizasyonun mine-dentin birleşiminden lateral olarak ilerlediği düşünülmüştür. Bununla birlikte son yıllardaki araştırmalarda renklenmiş dentindeki demineralizasyonun, mine lezyonlarının sadece mine-dentin birleşimine doğru ilerlemesi ile oluşmadığı belirtilmiştir. Dentin dokusunda ilerleyen bir lezyonun dokular üzerinde yarattığı tüm değişikliklerin dentinin kendi içinde kalacağı düşünülmemelidir. Dentin dokusunda oluşan yapısal değişikliklerin hepsi, mine yüzeyindeki farklı konsantrasyon ve sayıdaki asitlerden kaynaklanan uyaranların mine prizmaları doğrultusunda daha derinlere iletilmesi ile oluşan pulpa-dentin reaksiyonlarının devamı olarak düşünülmelidir (Axelsson, 2000).

Dentinin bakterilerle kontamine olması ve proteolitik enzimler ve asit aktivasyonu, dentinin en dıştaki tabakasının bütünlüğünün bozulmasına neden olmaktadır. Dentinde oluşan bu tabaka *yıkım tabakası* olarak adlandırılmaktadır. Bu tabakanın altında bakterilerin dentin tübüllerine invazyonuna sıklıkla



rastlanmaktadır. Hızlı ilerleyen çürük lezyonlarının varlığında tübüler sklerozis oluşmadığı halde dentinde *ölü yollar* olarak adlandırılan yapılar oluşmaktadır. Bu sklerozis oluşmamış ve içi boş dentin tübülleri, bakteriler tarafından istila edilmektedir. Bakterilerin penetre olduğu ve sklerotik dentin tabakası arasında ise demineralize bir tabaka olan *transparan tabaka* bulunmaktadır ve anaerobik ve asidürik bakteriler tarafından üretilen asitler nedeniyle oluşmaktadır. *Tersiyer* dentin, dentinin bakterilerle istila edilmesinden önce oluşmaktadır, sağlıklı dentinden daha az mineralizedir ve düzensiz dentin tübülleri içermektedir. Dentindeki demineralizasyon, pulpanın 1-1.5 mm yakınındaki bölgeye ilerlediğinde subodontoblastik bölgede enflamatuar yanıtın olduğu gözlenebilmektedir. Bu durumun pulpadaki enfeksiyonların nedeni olmadığı bilinmektedir. Pulpada ortaya çıkan enflamatuar hücre reaksiyonlarının, bakteri toksinlerine dokunun verdiği cevap nedeniyle oluştuğuna inanılmaktadır (Axelsson, 2000).

Dentin çürüğü en içten dışa doğru beş farklı tabaka şeklinde sınıflandırılmıştır (Roberson and Lundeen, 2002). Birinci tabaka *normal dentin tabakası*dır ve çürük dentinin en derin kısmında yer almaktadır. Odontoblastik sürecin devamlılığının sürmesi nedeniyle bu tabakadaki dentin tübüllerinin yapısı bozulmamıştır ve lümenler içinde kristaller gözlenmemektedir. İntertübüler dentindeki kollagenlerin çapraz bağlı yapısı bozulmamıştır ve apatit kristallerinin yoğunluğu değişmemiştir. Tübüllerde bakteri bulunmaz. Normal dentin tabakasındaki ozmotik değişiklikler (sukroz ya da tuz uygulaması), frezlerin dentin dokusuna uygulanması, dokunun hava ya da ısıyla kurutulması gibi stimülasyonlar keskin bir ağrıya neden olmaktadır. İkinci tabaka *subtransparan dentin tabakası*dır ve normal dentin tabakasının üzerinde yer almaktadır. Bu bölgede intertübüler dentinde demineralizasyon ve tübül lümenlerinde çok ince kristal oluşumları gözlenmektedir. Odontoblastik süreç hasar görmüş olmasına rağmen bu tabakada bakteriye rastlanmaz. Dentindeki stimülasyonlar ağrıya neden olmaktadır. Bu tabakanın remineralize olabilme kapasitesi vardır. Üçüncü tabaka *transparan dentin tabakası*dır ve normal dentin tabakasından daha düşük bir sertliğe sahiptir. Bu bölgedeki intertübüler dentin tabakasında büyük oranda mineral kaybı bulunmaktadır ve dentin tübüllerinin lümenleri içinde büyük hacimli kristallere rastlanmaktadır. Bu bölgedeki stimülasyonlar ağrıya neden olmaktadır. Bu tabakada bakteriye rastlanmaz. Organik

asitlerin transparan dentin tabakasının hem mineral hem de organik içeriğini yıkıma uğrattığı görülmektedir. Bununla birlikte tabakadaki kollajendeki çapraz bağların bozulmadığı saptanmıştır. Bu nedenle pulpanın vitalitesini koruduğu koşullarda bu bölgenin kendini tamir edebilme özelliği bulunmaktadır. Dördüncü tabaka *bulanık dentin tabakası*dır. Bakteri invazyonunun olduğu ve dentin tübüllerinin yapısının bozulması ve genişlemesi nedeniyle renklemelerin gözlemlendiği bir tabakadır. Tübüllerde çok az minerale rastlanır ve bu bölgedeki kollajenin yapısı geri dönüşümsüz olarak bozulmuştur. Bulanık dentin tabakasının kendini tamir etme özelliği bulunmamaktadır. Bu tabaka remineralize olmamaktadır ve restorasyon öncesinde uzaklaştırılmalıdır. Beşinci tabaka olan çürük dentinin en dıştaki tabakası *enfekte dentin tabakası*dır. Bol miktarda bakteri içermektedir ve bu bölgedeki dentinin yapısı tamamen bozulmuştur. Bu bölgede dentinde hiçbir yapısal elemana, minerale ve kollajene rastlanmaz. Enfekte dentin tabakasının uzaklaştırılması iyi bir restorasyon yapılması açısından önemlidir (Roberson and Lundeen, 2002).

Fusayama (Fusayama, 1993) adlı araştırmacı ise, dentin çürüğünü dış tabaka ve iç tabaka olmak üzere iki tabakaya ayırarak incelemiştir. Bu araştırmacıya göre, çürük nedeniyle enfekte olmuş dış tabaka yumuşaktır ve bakterilerle kontaminedir. Bu tabakada organik matriks bozulmuştur ve remineralizasyon söz konusu değildir. *Çürükten etkilenmiş dentin* olarak tanımlanan iç tabakada ise az miktarda bakteri kontaminasyonu ve sınırlı bir kollajen yıkımı vardır ve remineralizasyon söz konusudur (Tachibana et al., 2007). Çürük dokusu uzaklaştırılırken çürük nedeniyle enfekte olmuş yumuşak dış tabaka uzaklaştırılmalıdır, ancak çürükten etkilenmiş iç tabaka remineralize olma ihtimalinin bulunması nedeniyle korunmalıdır (Kuboki and Fusayama, 1983, Zheng et al., 2003).

Bakterilerle enfekte olmamış, yumuşak dentin tabakası içermeyen çürük lezyonlarının ilerlemesi önlenmektedir. Bu nedenle çürük kavitesi dentine ulaşmadan önce invaziv tedavi uygulanması doğru bir yaklaşım değildir (Axelsson, 2000). Bununla beraber, çürüğün ilerleyerek dentine ulaşması ve dentini içine alması durumunda lezyonların daha fazla ilerlemesinin önlenmesi için operatif tedavinin gerekli olduğu düşünülmektedir (Kidd and Amerongen, 2003). Aktif olarak ilerlemekte olan dentin çürüğü yumuşaktır ve sarı renktedir. Çürük dokusunun ekskavasyonunun amacı enfekte ve nekrotik dentin dokusunu daha derinlerdeki

sağlam dentin dokusuna zarar vermeden uzaklaştırmaktır. Çürük ekskavasyonunda kullanılan en yaygın yöntem, operatöre demineralize dentin tabakası ile sert dentin tabakasını ayırabilme imkanı veren el aletlerinin ve düşük hızda dönen frezlerin kullanımınıdır. Çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra dentinde renklenmiş bir alan kalmayabilir veya sond ile kontrol edildiğinde sert olduğu hissedilen renklenmiş bir alan gözlenebilir. Çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra dentin tübüllerinde bazı bakterilerin hala yaşadığı görülebilmektedir. Mikrobiyolojik çalışmalarda çürük dokusu uzaklaştırılmış olan dişlerin %25'inde bakteri varlığı gösterilmiş ve dentin tübüllerinde %30-50 oranında mikroorganizma bulunduğu histolojik yöntemler ile saptanmıştır. Bununla birlikte iyi örtülenmiş, retantif bir restorasyonun varlığında bakterilerin substrata geçişi ve zararlı etkileri önlenebilmektedir (Axelsson, 2000).

## **2.2. Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri**

Çürük dentinin uzaklaştırılması ile ilgili teknikler, 1893 yılında Black'in operatif dişhekimliğinde çürük lezyonlarının tedavisinde 'koruma amacıyla genişletme' ilkesini önermesiyle geliştirilmiştir. G.V. Black, dişlerdeki oklüzal fissürler ve aproksimal temas noktaları gibi plak birikimine neden olabilecek anatomik olarak elverişli sağlam diş yapılarının uzaklaştırılmasının çürük oluşumunu ve ilerlemesini azaltacağını ileri sürmüştür. Bununla birlikte zamanla adeziv restoratif materyallerin ve minimal invaziv preparasyon tekniklerinin geliştirilmesi ile çürük uzaklaştırmada kullanılan ve diş dokularının gereğinden fazla kaybı ile sonuçlanan Black prensipleri terk edilmeye başlanmıştır (Elderton, 1984).

Diş çürüklerinin tedavisi ile ilgili en büyük gelişmeler ise 19. ve 20. yüzyıllarda olmuştur. Bu dönemde demineralize olan mine ve dentin uzaklaştırıldıktan sonra prepare edilen kavite, dişlerin anatomik formu, fonksiyonu ve estetik özelliklerini taklit edecek sentetik materyaller ile restore edilmiştir. Ayrıca anestezinin ve diş sert dokularının uzaklaştırılmasında kullanılan dönen enstrümanların gelişmesi restoratif dişhekimliğine büyük fayda sağlamıştır. İlk hava türbünlü dönen enstrümanlar, 1946 yılında dişhekimliği pratiğinde kullanılmaya başlanmıştır (Ismail et al., 2001).

Günümüzde diş sert dokularını uzaklaştırmada kullanılan pek çok teknik bulunmaktadır (Çizelge 1) (Banerjee et al., 2000a, Ford et al., 2002). Demineralize

dentin dokusu bu yöntemlerden bazıları ile sağlam diş sert dokularına zarar vermeden uzaklaştırılabilmektedir. Bununla birlikte bazı teknikler yumuşak dentin dokusunu uzaklaştırmada başarılı olamamıştır. İdeal bir çürük uzaklaştırma yöntemi, hem klinisyeni hem de hastayı memnun edecek bazı özellikler taşımalıdır. İdeal bir çürük uzaklaştırma yönteminden beklenen özellikler aşağıda belirtilmiştir (Banerjee et al., 2000a).

- Klinikte kullanımı kolay ve konforlu olmalıdır.
- Çürük dokusunu sağlam dokudan ayırabilmeli ve sadece çürük dokuyu uzaklaştırmalıdır.
- Kullanımı sırasında minimum basınç gerektirmeli ve ağrı oluşturmamalıdır.
- Kullanımı sırasında vibrasyon ve ısı artışına neden olmamalıdır.
- Kurulumu kolay olmalıdır.

#### **Çizelge 1: Çürük uzaklaştırma yöntemleri.**

<b>Yöntem</b>	<b>Teknik</b>
Mekanik döner aletler	Algldruva ve Frezler
Diğer Mekanik Yöntemler	Ekskavatör Air-Abrazyon Ultrasonik Enstrümantasyon Sono-Abrazyon
Kemomekanik Yöntemler	Carisolv ve Caridex
Fotoablasyon Yöntemi	Lazer Cihazları

#### **2.2.1. Mekanik Döner Aletler**

Döner enstrümanların ve dental frezlerin kullanılması ile çürüğün uzaklaştırılmasını içeren çürük uzaklaştırma yöntemi, geliştirilmiş olan ilk mekanik yöntemdir (Yip and Samaranayake, 1998). Çürük dokusunun mekanik döner aletler ile kısa sürede etkin olarak uzaklaştırdığı rapor edilmesiyle beraber yöntemin bazı dezavantajları vardır. Öncelikle objektif bir değerlendirme kriteri bulunmaması preparasyon sırasında ne kadar dentinin uzaklaştırılması gerektiğinin belirlenmesini güçleştirmektedir. İkinci sorun da mekanik preparasyonun sıklıkla ağrı ve rahatsızlık hissi vermesi nedeniyle lokal anestezi gerektirmesidir (Fusayama, 1988). Ayrıca

yöntem gereğinden fazla diş sert dokusunun kaybına neden olmaktadır (Myor et al., 2001, Lozano-Chourio et al., 2006)

### **2.2.1.1. Dönen Enstrümanlar**

Elektrik motorunun enerji kaynağı olarak ilk defa dişhekimliğinde kullanımı 1874 yılında gerçekleşmiş, 1914 yılında da dental ünite monte edilmiştir. 1946 yılına kadar hızı 5000 rpm olan dönen enstrümanlar kavite preparasyonlarında kullanılmıştır. Bu dönemde mine dokusunun etkin bir şekilde uzaklaştırılması sağlanmamıştır. 1946 yılının başlarında, elmas enstrümanlar ve tungsten karpit frezler ile mine dokusu uzaklaştırılmıştır. Her iki enstrüman da yüksek hızlarda (10.000-15.000 rpm) kullanılmış ve yüksek hızda dönen enstrümanların gelişimine öncülük etmişlerdir. 1950 yılında dönen enstrümanların hızları 60.000 rpm'e kadar ulaşmıştır. Başlangıçta su basıncı ile daha sonraları ise hava basıncı ile kullanılmıştır. Hava basınçlı dönen enstrümanlar basit bir dizayna sahip olması, kontrolünün kolay olması gibi nedenlerle günümüzde de popülaritesini korumaktadırlar. Son yıllarda yapılan gelişmelerle dönen enstrümanların sterilize edilerek kullanılması sağlanmıştır. 1955'den bu yüksek hızda dönen enstrümanlara soğutma ve temizleme sağlayan ve kavite peraparsyonu sırasında görselliği artıran sistemler eklenmiştir. Modern enstrümanlarda çalışılan sahanın aydınlatılmasını sağlayan fiber optik ışık bulunmaktadır (Bayne et al., 2001).

Dönen enstrümanların hızı enstrümanın bir dakikadaki tur sayısının ölçülmesi ile belirlenir (rpm). Dönen enstrümanlar hızlarına göre şu şekilde sınıflanmaktadır: Düşük veya çok düşük hızda olanlar (12.000 rpm'in altında), orta hızdakiler (12.000-200.000 rpm), yüksek veya çok yüksek hızdakiler (200.000 rpm'in üzerinde). Dişhekimliği uygulamalarında en sık kullanılan enstrümanlar ise düşük hızdaki (mikromotor ve angldruva) ve yüksek hızdaki dönen enstrümanlardır (aeretör). Sağlam diş sert dokularını düşük hızda dönen enstrümanlar ile uzaklaştırabilmek mümkün olsa da bu uygulamanın hem hasta hem de hekim açısından travmatik olduğu bilinmektedir. Düşük hızdaki enstrümanlar ile sağlam dokular etkin olarak uzaklaştırılmamaktadır, yöntem zaman alıcıdır ve hekimin uygulama sırasında yüksek bir kuvvet uygulaması gerekmektedir. Sonuç olarak da operasyon alanında ısı artışı ve vibrasyon oluşmaktadır. Bununla birlikte düşük hızda dönen

enstrümanlardan dişlerin temizlenmesinde, çürük dokusunun uzaklaştırılmasında ve restorasyonların bitim ve polisaj işlemlerinin yapılmasında faydalanılmaktadır. Bu enstrümanlar ile çalışılan bölgelerden dokunma hissi alınabilmektedir ve kullanımları sırasında diş yüzeyleri aşırı derecede ısınması gibi problemlere rastlanmamaktadır (Bayne et al., 2001).

#### **2.2.1.2. Dental Frezler**

Dişhekimliğinde dönerek kesme işlemi yapan tüm enstrümanları tanımlamak amacıyla *frez* terimi kullanılmaktadır. Bu enstrümanlar, metal restorasyonların bitiminde, kemiğin cerrahi olarak uzaklaştırılmasında, diş dokularının prepare edilmesinde ve çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılmaktadırlar. Dişhekimliğinde kullanılmış olan ilk frezler el yapımıdır. Bu frezlerin standart bir boyutu ve performansı bulunmamaktadır ve oldukça pahalıdırlar. Günümüzdeki frezlerin şekli, boyutu ve ismi 1981 yılında üretilmiş olan ilk prefabrik frezlere dayanmaktadır. İlk üretilen frezler çelik frezlerdir. Çelik frezlerin preparasyon sırasındaki performansı iyidir, insan dentinini düşük hızlarda uzaklaştırabilirler. Fakat yüksek hızda dönen enstrümanlarla birlikte kullanıldığında veya mine dokusunda preparasyon yapılırken hızla körelmektedirler. Körelmesi kesme etkinliğinin azalmasına, ısı ve vibrasyon artışına neden olmaktadır (Bayne et al., 2001).

Karpit frezler, 1947 yılında piyasaya sürülmüştür ve kavite preparasyonlarında yavaş yavaş çelik frezlerin yerini almıştır. Çelik frezler günümüzde halen restoratif işlemlerin bitim prosedürlerinde kullanılmaktadır. Karpit frezlerin performansı çelik frezlerden daha iyidir ve yüksek hızda dönen enstrümanlarla da birlikte kullanılabilirler. Karpit frezlerin baş kısmı, mikroskobik olarak görülebilen karpit partiküllerinin simante edildiği kobalt veya nikel bir matriks içinde taşınmaktadır. Bu frezlerin çoğunda karpit baş, çelik bir sapa yapıştırılmaktadır ve birbiri ile bağlantısı kaynak veya lehim yapılarak sağlanmaktadır. Karpit çelikten daha sert ve kuvvetlidir fakat daha kırılımandır. Karpit bir sap ani bir darbe karşısında çabucak kırılabilir. Karpit frezlerin kullanımı sırasında çelik frezlere göre daha az vibrasyon oluşmaktadır. Ayrıca diş sert dokularının kesilmesi sırasında karpit frezlerin körelmesi daha nadirdir (Bayne et al., 2001).

### 2.2.2. Diğer Mekanik Yöntemler

Diş çürüğünün el aletleriyle ve anestezi gerektirmeden temizlenebilmesinin dişhekimliğinde önemli bir gelişme olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte çürüğün uzaklaştırılmasında el aletlerinin kullanılması, hekimin fiziksel olarak kuvvet uygulamasını gerektirmektedir (Bayne et al., 2001). Ayrıca anestezi yapılmadan çürük dokusu uzaklaştırıldığında hastanın ağrı duymasını önlemek için dikkatli çalışılmalıdır. Çürük uzaklaştırmak amacıyla yöntemin uygulanması, geleneksel olarak frezler ile çürük dokusunun uzaklaştırılması yöntemine göre daha çok zaman gerektirmektedir. Yöntemin en önemli avantajı ise lokal anestezi gerektirmeden çürüğün uzaklaştırılabilmesidir (Celiberti et al., 2006) .

#### 2.2.2.1. Ekskavatörler

Ekskavatörler çürüğün uzaklaştırılmasında ve preparasyonların iç kısımlarının düzenlenmesinde kullanılan el aletleridir. Balta, çapa ve kaşık şekilli ve açılı olmak üzere dört tip ekskavatör bulunmaktadır. Balta ve çapa şekilli ekskavatörler ile açılı ekskavatörler, çoğunlukla kavite preparasyon işlemlerinde, kavite duvarlarının düzeltilmesi, internal çizgi açılarının oluşturulması ve bizotaj yapılması amacıyla kullanılırlar. Kaşık şekilli ekskavatörler ise çürüğün uzaklaştırılmasında kullanılırlar. Bu tip ekskavatörlerden aynı zamanda amalgam restorasyonların bitim aşamasında *carving* işleminde de yararlanılır. Uç kısımları hafifçe eğimli olan bu ekskavatörlerin kesici kenarları dairesel (*discoïd*) veya pençe şekilli (*cleoid*) olabilir. Çürüğün uzaklaştırılmasında kullanılan ekskavatörler dairesel şekilli olanlardır (Bayne et al., 2001).

#### 2.2.2.2. Air-Abrazyon

Air-abrazyon, 1943 yılında Dr. R. B. Black tarafından kumlama işleminin dişhekimliğindeki uygulamalarda kullanımı için patent alması ile girmiştir. İlk air-abrazyon ünitesi olan Airdent (SS White Company), 1951 yılında dişhekimliği pratiğinde kullanılmıştır (Malmström et al., 2003). Air-abrazyon sistemlerinde, hava basıncı ile hareketlendirilen alüminyum oksit partükülleri yüksek hızla püskürtülmektedir ve bu partüküllerin oluşturduğu kuvvet diş sert dokularının uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (Berry et al., 1999, Ölmez ve Tüfekçioğlu, 2003).

Partikül büyüklüğü yaklaşık 27.5 µ olan alüminyum oksit, toksik olmaması stabil ve ucuz olması nedeniyle air-abrazyonla birlikte kullanılan en ideal abrazyon olarak görülmüştür (Laurell and Hess, 1995, Banerjee et al., 2002). Air-abrazyonun dönen enstrümanların kavite preparasyonları sırasında kullanımı ile oluşan ısı, vibrasyon ve ses gibi problemleri ortadan kaldırdığı bildirilmektedir. (Banerjee et al., 2000a).

Air-abrazyonun tüm kavite preparasyonlarında kullanımının uygun olmadığı, sadece küçük lezyonların preparasyonunda kullanımının geleneksel yöntemle göre avantajlı olduğu bildirilmiştir (Porth, 1998, Rainey, 2002). Bununla birlikte Sınıf 1 ve koruyucu rezin restorasyonların yapımında air-abrazyonun kullanımı tavsiye edilmektedir (Hamilton et al., 2002). Üretici firmaların air-abrazyonun asitleme amacıyla kullanılabilmesini iddia etmesine rağmen, bunun koruyucu restorasyonlarda yeterli örtücülük sağlamadığını rapor eden *in vitro* çalışmalar mevcuttur (Guirguis et al., 1999). Diğer araştırmacılar ise dentinde air-abrazyonla birlikte asit kullanımının bağlanma dayanımını artırdığını rapor etmişlerdir (Fu and Hannig, 1999). Bu sistemin preparasyonların bitim aşamasında kullanılması tavsiye edilmektedir (Banerjee and Watson, 2002). Geleneksel ve air-abrazyon ile yapılan kavite preparasyonları karşılaştırıldığında, air-abrazyonun pulpada zarar oluşturacak kadar ısı üretmediği bildirilmiştir (Malström, 2003). Bununla birlikte air-abrazyonun kullanımı sırasında ucun diş yüzeylerine temas etmesi hekimin kontrollü çalışmasını engellediğinden, gereğinden fazla diş sert dokusu kaybı oluşturabileceği saptanmıştır. Ayrıca sistemin çürük nedeniyle yumuşamış demineralize dentini uzaklaştırmada başarılı olmadığı da rapor edilmiştir (Banerjee et al., 2000a).

### **2.2.2.3. Ultrasonik Enstrümantasyon**

Ultrasonik cihazların, 1950 yılında diş sert dokularında da kullanılabilmesini rapor edilmiştir. Bu dönemde 25 kHz sıklıkla titreşen bir cihaz geliştirilmiştir. Cihaz, alüminyum oksit ve suyun karıştırılarak kullanılmasını gerektirmektedir. Diş sert dokularının uzaklaştırılması; kesici uçların yüksek hızla titreştiği sırada, su moleküllerinin kinetik enerjisi yoluyla abrazyonun diş yüzeylerine taşınması ile gerçekleştirilmektedir (Banerjee et al., 2000a). Bu cihazların diş sert dokularını uzaklaştırmada kullanımının ses, vibrasyon, ısı ve basınç artışı gibi sorunları elimine ettiği bildirilmektedir (Yip and Samaranayake, 1998).



Ultrasonik enstrümanlarla diş sert dokularının kolaylıkla uzaklaştırılabildiği fakat yumuşak çürük dentinin uzaklaştırılmadığı görülmüştür (Banerjee et al., 2000a). Ayrıca bu tekniğin kullanımı ile altın gibi metallerin uzaklaştırılması güçtür. Literatürde bu tekniğin anterior ve posterior dişlerin aproksimalinde görülen küçük kavite preparasyonlarında kullanılmasının avantajlı olduğu rapor edilmiştir (Yip and Samaranayake, 1998).

#### **2.2.2.4. Sono-Abrazyon**

Ultrasoniklerde yapılan son yenilik modifiye abrazyon uçlarla birlikte yüksek hızdaki sonik cihazların kullanılmasıdır. Bu teknik sono-abrazyon olarak bilinmektedir. Cihazın uçları oval şekillidir. Uçlar elmas ile kaplanmıştır ve 40 µm grenli elmas içermektedir. Soğutma, akış hızı 20-30 mL/dk olan su ile sağlanmaktadır. Kavite preparasyonunun bitirilebilmesi için gerekli hava basıncı 3.5 bar olmalıdır. Cihaz ile birlikte kullanılan üç farklı tipte uç bulunmaktadır: Uçlar torpedo şekilli, küçük yarımküre şekilli ve büyük yarımküre şekilli olabilmektedir. Uçlardan uygulanan tork kuvveti 2 N olmalıdır. Uçlardan uygulanan basınç artarsa titreşimin azalması nedeniyle cihazın kesme etkinliği azalmaktadır. (Banerjee et al., 2000a).

Farklı uçlar ile kullanılan bu tekniğin kavite preparasyonunun bitim aşamasında sert dokuların uzaklaştırılmasında ve kavite diş formunun oluşturulmasında kullanımı tavsiye edilmektedir. Ayrıca sono-abrazyon kullanılarak yapılan laboratuvar çalışmalarında, tekniğin yumuşamış çürük dentini uzaklaştırmada başarılı olduğu saptanmıştır (Banerjee et al., 2000a).

#### **2.2.3. Kemomekanik Yöntem**

Çürük dokusunun uzaklaştırılmasında frezlerin kullanılmasını gerektiren mekanik preparasyon, uygulama sırasında sıklıkla ağrıya neden olmakta ve hastaya lokal anestezi uygulanmasını gerektirebilmektedir (Berggren and Meynert, 1984, Bussadori et al., 2005). Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi ise bu dezavantajların üstesinden gelmek amacıyla geliştirilmiştir (Bussadori et al., 2005). Kavite preparasyonunda kemomekanik yöntem ile mekanik döner aletlerin kullanımı

karşılaştırıldığında, kemomekanik yöntemin daha az ağrıya yol açtığı ve lokal anestezi uygulanması gereksinimini azalttığı bildirilmektedir (Inglehart et al., 2007).

Araştırmacılar, kemomekanik yöntemin çürük uzaklaştırmadaki etkinliğinin, geleneksel olarak mekanik döner aletler kullanıldığında elde edilen sonuçlar ile benzer olduğunu ve özel olarak tasarlanmış el aletlerinin sağlam dentin dokusunun kaybı olasılığını azalttığını saptamışlardır (Sakoolnamarka et al., 2002). Ayrıca kemomekanik yöntemle çürük dokusunun uzaklaştırılmasının pulpa dokusu üzerinde ısı ve basınç oluşması riskini azalttığı da iddia edilmektedir (Yazıcı et al., 2003). Bazı araştırmacılara göre kemomekanik yöntemin çürük dokusunu travmatik bir şekilde uzaklaştırması ve bakterisit ve bakteriyostatik etkilerinin bulunması çürük uzaklaştırmada diğer yöntemlere alternatif oluşturmasını sağlamaktadır (Banerjee et al, 2000a).

Kemomekanik yöntem ile diş çürüğünün uzaklaştırılması için günümüze kadar birçok materyal kullanılmıştır. İlk olarak 1975 yılında Habib et al. (1975), çürük uzaklaştırmak amacıyla %5'lik sodyum hipoklorit kullanmışlardır. %5'lik sodyum hipokloritin toksik olması ve çevredeki sağlam diş sert dokuları açısından zararlı etkilerinin bulunması nedeniyle yeni bir solüsyon geliştirilmiştir. *GK-101* olarak bilinen bu yeni ajan %5'lik sodyum hipoklorite sodyum hidroksit, sodyum klorür ve glisin eklenerek oluşturulmuştur. GK-101'in geliştirildiği dönemlerde, adeziv materyallerin kullanımının yaygın olmaması ve dişhekimlerinin hala Black prensiplerine göre kavite açma zorunluluğu, bu ajan ile birlikte geleneksel preparasyon yöntemlerinin de kullanılmasını gerektirdiğinden dolayı materyalin çürük uzaklaştırmadaki kullanımını sınırlı kalmıştır (Goldman and Kronman, 1976).

Diğer bir kimyasal ajan olan *Caridex* (Caries Removal Kit, National Patent Dental Product, Tnc), monokloroglisin ve amino bütirik asit kullanılarak elde edilmiştir. Caridex, çürük dentindeki kollageninin yıkılmasına neden olmaktadır ve bu özelliği sayesinde çürüğün kolaylıkla uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Fakat pahalı olması, bir seferde kullanılan solüsyon miktarının fazla olması ve raf ömrünün kısa olması gibi nedenler bu ajanın klinikte kullanımını sınırlandırmıştır (Beeley et al., 2000).

Son yıllarda geliştirilen bir kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı *Papacarie* adıyla bilinmektedir. Bu ajan; papain, kloramin, toludin mavisi ve çeşitli tuzlar

içermektedir. Papain, Brezilya, Hindistan, Güney Amerika ve Hawaii'de yetişen yeşil erişkin *papaya* yapraklarından ve sıvılarından elde edilmektedir. Papain, proteolitik bir enzimdir ve bakterisit, bakteriostatik ve antienflamatuar etkileri bulunmaktadır. İnsandaki pepsine benzer şekilde fonksiyon gören papain, sağlıklı dokulara zarar vermeden sikatriyel süreci hızlandırarak antienflamatuar bir ajan görevi görmekte ve granülasyon ve epitelizasyon sağlamaktadır (Bussadori et al., 2005).

Kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırmak için geliştirilen diğer madde *kloraminler*dir (Bussadori et al., 2005). Kloraminler, klorür ve amonyak arasındaki reaksiyon sonucunda oluşmaktadır ve nitrojen atomlarına direk olarak bağlanabilen en az bir klorin atomu içeren aminlerdir. Kloraminlerin bakterisit ve dezenfektan özellikleri bulunmaktadır (Nagl et al., 2003). Kloraminler kimyasal olarak çürüğün uzaklaştırılmasında da kullanılmaktadır. Bu kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı çürük dentindeki kısmen bozulmuş kollajenin klorlanması neden olmaktadır. Klorlama etkisi kollajenin yapısını etkileyerek hidrojen bağlarını koparmakta ve böylelikle çürük dokularının uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır. Kloraminlerin ve amino asitlerin uygulanması çürük dentinin dış tabakasını etkilemektedir (Bussadori et al., 2005). Bununla birlikte kloraminlerin aktivitesinin; solüsyonun pH'sından, içeriğindeki amino asitlerin tipinden, amino asit ve sodyum hipoklorit miktarından etkilendiği belirtilmektedir (Tonami et al., 2003).

### **2.2.3.1. Carisolv**

Günümüzde dental marketteki yerini halen korumakta olan Carisolv (Mediteam, İsveç) adlı materyal 1989 yılında geliştirilmiştir (Arvidsson et al., 2002). Carisolv'ün diğer kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarından en önemli farkı, yapısında amino bütirik asit yerine lösin, lizin ve glutamik asitten oluşan üç amino asit bulunmasıdır. Bu üç amino asit sodyum hipokloritin sağlıklı ağız dokularında oluşturduğu agresif etkileri ortadan kaldırmaktadır. Amino asitler ve sodyum hipoklorit, kullanımdan önce eşit miktarlarda oda sıcaklığında karıştırılarak çürük dokusuna uygulanmaktadır. Karıştırılmış olan solüsyonun pH'sı yaklaşık 11 civarındadır (Banerjee et al., 2000a). Jel ve likitin karıştırılması, üç amino asitin klorüre bağlanmasına ve kloraminlerin oluşmasına neden olmaktadır. Hipokloritin

yapısındaki klorin atomu her üç amino asitteki amino grubuna transfer olur. Üç amino asit birbirinden farklı elektrik yüküne sahiptir. Bu özellikleri sayesinde çürük dentinin yapısındaki proteinlerin farklı bölgelerine bağlanmaktadır. Kloraminlerin oluşumu klorinin kimyasal yapısını değiştirmeden reaktif hale gelmesini önlemektedir. Çürük dokusu ve Carisolv'un etkileşim sürecinin kimyasal sonucu ise; çürük lezyonunun demineralize kısmındaki yapısı bozulmuş kollajenin parçalanmasına neden olmasıdır. Yapısı çürük nedeniyle bozulmuş olan kollajenin kloraminlerle yıkılmaya elverişli bir yapısı vardır. Demineralize dentinin pöröz yapısı da Carisolv'un dentine penetre olmasını kolaylaştırmaktadır. Çürükten etkilenmemiş olan kollajen yapısal bozulmalara karşı direnç gösterir, fakat pöröz mineral yapı içindeki yapısı bozulmuş olan kollajen ağı kolaylıkla yıkılır ve uzaklaştırılabilir (Yazıcı et al., 2003).

Jelin çürük dokusu üzerine uygulanması el aletleri için mekanik lubrikant etkisi sağlayarak çürük dentinin uzaklaştırılmasını kolaylaştırır (Banerjee et al., 2000). Carisolv ile birlikte kullanılan özel el aletleri keskin kenarlıdır, diş sert dokularını kesmek yerine kazıma amacına yönelik olarak tasarlanmıştır (Yazıcı et al., 2003).

Carisolv kullanılarak yapılmış hayvan çalışmalarında, jelin kavite içine uygulanmasından sonra pulpa dokusunda hiçbir hücrel zarar oluşturmadığı bildirilmiştir (Damaschk et al., 2001). Ayrıca bir başka hayvan deneyinde ise Carisolv'un pulpa sinir desteği üzerinde hiçbir yan etkisi olmadığı veya sinirler üzerinde geri dönüşü olmayan bir hasar oluşturmadığı görülmüştür (Young and Bongelhielm, 2001). İnsan dentininin yüzey yapısı üzerine Carisolv'un etkisinin incelendiği çalışmalardan bu jelin kullanımının, asidin dentinde oluşturduğu etkiye benzer bir etki oluşturduğu ve pürüzlü bir yüzey gözlenmesine neden olduğu anlaşılmaktadır (Cederlund et al., 1999). Bu nedenle Carisolv'un günümüzde kullanılmakta olan adeziv sistemlerin çürükten etkilenmiş dentine bağlanmasına hiçbir yan etkisi bulunmadığı düşünülmektedir (Wennerberg et al., 1999). Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi kullanılarak yapılmış olan ilk çalışmalarda yöntemin çürük uzaklaştırmadaki başarısının %94-100 oranında değiştiği bildirilmiştir. Elektronik çürük monitörü kullanılan bir çalışmada, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemini ve geleneksel mekanik döner aletler

kullanılarak çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerin benzer değerlere sahip olduklarını saptanmıştır (Hahn et al., 2004) .

Carisolv çürük uzaklaştırmada etkin olmasına rağmen uzun çalışma zamanı ve solüsyonun maliyetinin artmasına neden olan el aletlerinin kullanımını gerektirmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılamamıştır (Bussadori et al., 2005). Ayrıca yöntem, çürük dentine ulaşabilmek için minenin uzaklaştırılması amacıyla geleneksel döner aletlerin kullanımını gerektirmektedir. Bununla birlikte yöntem açığa çıkmış bukkal veya servikal kök çürüklerinin uzaklaştırılmasında ve derin çürük lezyonlarında pulpa yaralanmalarını önlemek amacıyla başarıyla kullanılabilir (Banerjee et al., 2000a).

#### **2.2.4. Fotoablasyon Yöntemi**

Fotoablasyon, lazer ışığı yardımıyla dokunun buharlaştırılması işlemidir ([www.gozdr.com](http://www.gozdr.com), Erişim tarihi: 7 Ağustos 2009) ve fotoablasyon yöntemi diş sert dokularının lazerler ile uzaklaştırılmasını kapsamaktadır (Banerjee et al., 2000). Lazer tek renkli, oldukça düz, yoğun ve aynı fazlı paralel dalgalar halinde genliği yüksek, güçlü bir ışık demeti üreten bir alettir (Tabakoğlu ve Bozkulak, 2008). 1964 yılında ilk lazerin geliştirilmesinden sonra bu teknolojinin hızla gelişmesi, dişhekimliği pratiğinde lazer uygulamalarını inceleyen birçok araştırmanın yapılmasını ve bu cihazların kullanılmakta olan geleneksel yöntemlere alternatif olmasını sağlamıştır (Van As, 2004).

Günümüzde lazerler; bakteri enfeksiyonu bulunan endodontik kanallarda, periodontal hastalıkların tedavisinde, cerrahide kemik kaldırma işleminde ve malignite gösteren oral lezyonların tedavisinde kullanılabilir (Van As, 2004). Konservatif Diş Tedavisinde ise lazerler; başlangıç çürük lezyonlarının teşhisinde, kavite preparasyonu ve çürüğün uzaklaştırılmasında, servikal dentinin desensitizasyonunda ve florür alımının artırılması gibi uygulamalarda kullanılabilir (Walsh, 2003).

### 2.2.4.1. Lazer Fiziğinin Temelleri

Lazer kelimesi, *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (uyarılmış radyasyon ile güçlendirilmiş ışık) kelimelerinin ilk harflerinin birleşmesi ile oluşturulmuştur (Stabholz et al., 2003). Dişhekimliğinde klinikte ve araştırmalarda kullanılan lazerler ile yapılan uygulamalar elektromanyetik spektrumun kızılötesi, gözle görülebilir veya morötesi bölgelerinde gerçekleşmektedir (Walsh, 2003).

Lazerlerdeki elektromanyetik enerjiyi lazer ışığı oluşturmaktadır. Bu enerjinin en basit birimi foton olarak adlandırılmaktadır. Lazer ışığı sıradan ışıktan farklı özelliklere sahiptir (Coluzzi, 2004). Örneğin, beyaz ışık birçok renkten oluşan polikromatik bir ışık demetidir. Lazer ışığı ise bir tek renkten oluşur, tek frekanslı ve monokromatiktir (Tabakoğlu ve Bozkulak, 2008). Üç özelliği vardır; paralel (kolimasyon), eş fazlı olma ve yüksek enerji içermesi (Wilson, 1994). Kolimasyon, lazer cihazından üretilen ışık demetinin sınırlarının bulunması demektir. Bu nitelik aynı cihazdan farklı zamanlarda üretilen ışık demetinin sabit hacimde ve şekilde oluşmasını sağlamaktadır. Eş fazlı olma, lazer ışığının monokromatik ve yönlendirilmiş olmasını sağlar (Tabakoğlu ve Bozkulak, 2008). Lazer ışığının yüksek enerji içermesi ise klinikte önemlidir. Örneğin, 100 watt gücündeki sıradan bir ışık kaynağı ile 20 watt gücünde bir aydınlanma ve bu ışık kaynağının etrafındaki bölgeleri içine alan 80 watt gücünde radyasyon enerjisi üretilmektedir. Fakat 2 watt gücündeki Nd:YAG lazer ışığı ile gingival papillayı tamamen kesebilen termal enerji oluşturulabilir (Coluzzi, 2004). Kısacası lazer ışığı, frekansı ve fazı kesin olarak belirli olan bir elektromanyetik dalgadan ibarettir (Tabakoğlu ve Bozkulak, 2008).

Lazer cihazının merkezinde bir *optik kavite* bulunmaktadır. Kavitenin ana yapısında kimyasal elementler, moleküller ve bileşikler bulunmaktadır ve *aktif medium* olarak adlandırılmaktadır (Coluzzi, 2004). Lazerler genellikle aktif mediumun içeriğine göre gaz, katı, sıvı ve yarı iletken olarak sınıflandırılmaktadır (Tabakoğlu ve Bozkulak, ). Optik kavitenin bitim noktalarının her birinde birbirine paralel olan iki ayna bulunmaktadır. Ana yapının etrafında ise aktif mediuma enerji sağlayan elektrik bobini veya flaş lamba gibi uyarıcı bir kaynak bulunmaktadır (Coluzzi, 2004). Lazer ışığı yaratıldıktan sonra, iki reflektör aynanın duvarlarının

oluşturduğu kavite içerisinde gücü yükseltilir ve fiberoptik sistem aracılığı ile iletilir (Özden ve Çelen, 2009).

Lazerler, fiziksel özelliklerine (örneğin; gaz, likit, katı veya yarı iletken), lazer ışığı veren aygıtın tipine (örneğin; Er:YAG, Nd:YAG, Argon) sınıflandırılmaktadır (Çizelge 2) (Walsh, 2003).

**Çizelge 2:** Dişhekimliğinde kullanılan lazerler.

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

#### **2.2.4.2. Diş Sert Dokularında Lazerlerin Kullanılması**

Goldman'ın ilk yakut rengi lazerin piyasaya sürmesinden sonra Stern ve Sognaes farklı dalga boyları kullanılarak çalışan lazeri kullanmışlardır (. Nd:YAG lazer 1989 yılında Myers ve Myers tarafından ağız içi yumuşak doku cerrahisinde kullanılmak amacıyla geliştirilmiştir. İlk geliştirilmiş olan lazerlerin sert dokular üzerindeki etkisi çok azdır. Zaman içinde dental sert dokuları prepare etmek amacıyla çeşitli dalga boylarında lazerler geliştirilmiştir (Van As, 2004). Vahl (Van As, 2004) yakut rengindeki lazer ile derin çürük lezyonlarının uzaklaştırmak amacıyla kullanmış ve dentinde krater şekilli bölgeler oluştuğunu bildirmiştir. Kantola (1972) da CO<sub>2</sub> lazer ile mine ve dentinde aynı şekilde yıkımlar oluştuğunu ancak pulpanın vitalitesini değiştirmediğini histolojik ve klinik olarak gözlemlemiştir. Wigdor ve ark. (1993) CO<sub>2</sub> lazer kullanımı ile odontoblastik hücrel matriksin kaybolduğunu gözlemlemiştir.

Başka bir çalışmada, Nd:YAG lazeri başlangıç çürüklerinde kullanılmıştır ve mine yüzeyleri sealant ile kaplandığında bu lezyonların gerilediğini görülmüştür.

Pulpaya hasar verecek ısı artışları oluşmadığını da bildirilmiştir (Van As, 2004). Haris (2002) de Nd:YAG lazerin çürük minede sağlam mineye göre daha iyi absorbe edildiğini bulmuşlar ve yüzeysel mine lezyonlarının tedavisinin gözlemlemişlerdir. Nd:YAG lazerin nekrozlu veya mikroçatlaklar içeren dişlerde kullanıldığı bir çalışmada debris ve karbonizasyona neden olduğunu saptamıştır (Hibst and Keller 1989).

Erbium-yttrium–alimünyum–garnet (Er:YAG) lazeri 1988 yılında test edilmiş ve bu lazerin diş sert dokularının ablasyonunu sağlayabilecek dalga boyunda olduğunu saptamıştır (Van As, 2004). İlk başlarda bu lazerler mine ve dentinde düşük enerjilerle oluklar açmak amacıyla kullanılmışlardır. Hibst ve Keller (1989) çalışmalarında Er:YAG lazerin diş sert dokularını termal hasar oluşturabilecek ısı artışına neden olmadan kaldırılabilceği rapor etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında cihaza su soğutması yapan sprey eklendiğinde mine ve dentinde minimal düzeyde termal hasar oluştuğu gözlenmiştir. Lazerin kullanım prosedürünün güvenli olduğu fakat lazer prosedürü için gereken zaman yüksek hızda dönen aletler için geçen zamanın iki olduğu saptanmıştır (Hibst and Keller, 1989).

Er:YAG lazer (Kavo Key lazer, Kantenback ve Voigt GmbH, Germany) 1992 yılında dental marketteki yerini almıştır. Zamanla diş sert dokularının uzaklaştırılmasında iki farklı erbiyum lazer piyasaya sürülmüştür. Bunlardan biri dalga boyu 2.94 µm olan Er:YAG lazer ve diğeri de 2.78 µm dalga boyundaki Erbium-chromium, yttrium-scandium-garnet (Er,Cr:YSGG,) lazerdir. Farklı dalga boyu ile kullanılan bu iki lazerler erbiyum ailesini oluşturmaktadır. Sınırlı sayıdaki çalışmada bu dalga boyu ile kullanılan Er,Cr:YSGG lazerlerin kemik ve diş sert dokuları için kullanımının etkin ve güvenli olduğu söylenmiştir (Van As, 2004).

Lazerlerin keşfedilmesinden sonra, kavite preparasyonunda ve çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılması araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Elektromanyetik spektrumun kızıl ötesi bölgesinde bulunan ve benzer dalga boylarında olan pek çok lazer bulunmaktadır. Günümüzde Erbium, CO<sub>2</sub>, Ho:YAG, Ho:YSGG, Nd:YAG, Nd:NFL, Diyet ve Excimer lazerler kavite preparasyonlarının gerçekleştirilmesinde ve çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Bununla birlikte kavite preparasyonlarının gerçekleştirilmesinde ve çürük dokusunun



uzaklaştırılmasında en başarılı lazerin erbiyum lazerler olduğu saptanmıştır (Walsh, 2003).

Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerler sırasıyla 2940 nm ve 2780 nm dalga boylarındadır. Bu dalga boyları kızıl ötesi spektrumunda suyun en fazla absorbe edildiği nokta ile ilişkilidir. Er:YAG lazerin absorpsiyon düzeyi ( $13000 \text{ cm}^{-1}$ ) Er,Cr:YSGG lazerden ( $4000 \text{ cm}^{-1}$ ) oldukça yüksektir. Bu iki lazerin de mine ve dentin dokularının uzaklaştırılması su bazlı absorpsiyona dayanmaktadır (Walsh, 2003).

Erbiyum lazerlerin oluşturduğu ısı enerjisi diş sert dokularının buharlaşma sıcaklığından fazla olduğu için enerjinin büyük kısmı absorbe edilerek aniden patlama şeklinde buharlaşır (fotoablasyon). Böylece diş sert dokularından parçacıklar halinde madde kaldırılarak kavite oluşturulabilir ([www.ido.org.tr](http://www.ido.org.tr), Erişim tarihi: 7 Ağustos 2009). Benzer enerji parametreleri kullanılarak Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerden elde edilen ablasyon etkisi karşılaştırıldığında en yüksek ablasyon etkisinin Er:YAG lazer ile olduğu bilinmektedir. Bu lazer sistemleri ile çürük dokusu etkin olarak uzaklaştırılabilmekte ve diş sert dokularında preparasyonlar yapılabilmektedir (Van As, 2004). Sağlam diş minesi çok miktarda (hacimsel olarak yaklaşık %12 oranında) su içermektedir. Erbiyum lazerler, mineyi buharlaştırıp yok etmeyecek bir sıcaklıkta kullanıldığında mine dokusu üzerinde iyi bir ablasyon etkisi sağlanmaktadır. Erbiyum lazerler ile kompozit rezin ve cam iyonomer restorasyonlar uzaklaştırılabilmektedir ve aynı zamanda bu cihazlardan diş sert dokularını pürüzlendirme amacıyla da faydalanılmaktadır (Hibst, 1989).

Erbiyum lazerlerin diş sert dokularında çalışılması sırasında patlama sesi çıkarması karakteristik bir özelliğidir. Bu sesin derecesi ve rezonansı dişin içindeki akustik şok dalgası ile ilişkilidir. Çürük dokusu uzaklaştırılırken patlama sesinin şiddeti artmaktadır. Bu özellik kullanıcıya çürüğün tamamen uzaklaştırıp uzaklaştırılmadığını anlama imkanı vermektedir. Bunun dışında son yıllarda geliştirilmiş olan Er,Cr:YSGG lazer sistemi ağız içindeki herhangi bir yapı ile temasta olmadığı zamanlarda yüksek düzeyde ses çıkarmaktadır. Bu çelişki lazer ucundan ortaya çıkan başlangıç lazer enerjisinin hava ve suyu ısıtması ile açıklanabilmektedir. Er,Cr:YSGG lazerlerde enerji atomize su moleküllerinin en alt noktasına taşınmaktadır ve onlara yüksek hız kazandırmaktadır (hidrokinetik kesme).

Araştırmalarda Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerin mineyi uzaklaştırma mekanizmasının benzer olduğu rapor edilmiştir. Aynı araştırmalarda Er,Cr:YSGG lazerlerin su içermeyen materyalleri uzaklaştırmada başarısız olduğu belirtilmiştir (Walsh, 2003).

### **2.3. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi**

#### **2.3.1. Göz ve Sond ile Muayene**

Klinikte diş çürüklerinin teşhis edilmesinde ayna, sond ve ışık yardımı ile diş sert dokularının renginin ve sertliğinin değerlendirilmesi yöntemine sıklıkla başvurulmaktadır. Çürük teşhisinde kullanılan bu geleneksel yöntem, klinik deneyim gerektirmesi ve subjektif olması nedeniyle bazı durumlarda yetersiz kalabilmektedir (Anderson and Charbenau, 1985). Renklenme genellikle kronik çürüklerde gözlenmektedir ve genişliği bakteri invazyonu ile sınırlıdır. Akut çürüklerde renklenmeye daha az rastlanmaktadır. Bu tip çürüklerde bakteri invazyonu yaygındır ve renklenmenin sınırları belirgin olmadığından dolayı enfekte dentinin uzaklaştırılmasında renklenmenin kullanılması güvenilir bir yöntem değildir (Yip et al, 1994). Sond, çürük saptanmasında dokunun sertliğini kontrol etmeye dayalı olan kriterleri değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (McComb, 2000). Genellikle fissürlerdeki çürük lezyonlarının keskin bir sond ile sond ucunun fissürlere batırılması yöntemiyle teşhis edilebileceğine inanılmaktadır (Kidd et al., 2003). Fakat sondun retansiyonu çürüğün varlığından başka faktörlere de bağlıdır. Bunların en önemlileri; sond ucunun boyutu, uygulanan basınç ve fissür morfolojisidir (al-Sehaibany et al., 1996). Ayrıca sond ile çürük teşhisi lezyon içinde sadece plak kontrolü ile önlenemeyen hasarlara yol açabilmektedir. Sond, lezyon içindeki sağlam diş tabakalarına penetre olabilmekte ve bu alanlarda defektler oluşturarak kavite oluşumuna yol açabilmektedir (Kidd et al., 2003).

Dişler üzerindeki çürük lezyonlarının görülebilmesi için öncelikle çürük oluşumuna neden olan bakteri plağının uzaklaştırılması gerekmektedir. Çünkü dişler üzerindeki plak, lezyonun üzerini örtebilir ve gözden kaçırlmasına neden olabilir. Aynı zamanda dişler üzerindeki bakteri plağı çürük lezyonlarının aktivitesinin değerlendirilmesinde önemlidir. Düz diş yüzeylerindeki bakteri plağı sondun dişe paralel tutulması ile kolaylıkla kaldırılabilir. Oklüzal yüzeylerdeki bakteri

plağı da kavitasyon olmayan bölgelerde geri dönüşümsüz hasara neden olmamak için dikkatle kaldırılmalıdır (Kidd et al., 2003). Yine muayene sırasında dişlerin kurutulması, hekime demineralizasyonun penetrasyon derinliği hakkında bilgi verebilmektedir. Mine yüzeylerindeki beyaz nokta lezyonları demineralizasyonun erken belirtisidir. İyi kurutulmuş diş minesinde görülen beyaz nokta lezyonlarının minenin yarısına kadar penetre olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte diş yüzeyleri kurutulmadığı halde gözle görülebilen beyaz veya kahverengi nokta lezyonları mine dokusunun tamamını içine alabilmekte ve oluşturduğu demineralizasyon da dentinin yarısına kadar uzanabilmektedir (Kidd et al., 2003).

İyi bir ışığın çürük teşhisinde görsel değerlendirmeyi kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Ağız kavitesi karanlık bir boşluk gibidir ve operasyon lambası bölgenin aydınlatılmasını sağlamaktadır. Ayrıca dental aynalar ışığı yakalayabilirler ve ilgili diş yüzeylerine yansıtabilirler (Kidd et al., 2003).

Çürük teşhisinde magnifikasyonun gerekliliği ise, uzun zaman önce ortaya atılmıştır. 1873 yılında büyüteçlerin kullanımın defektli alanların teşhisinde faydalı olduğunu ortaya atılmıştır. Günümüzde magnifikasyon bir çeşit göz ile inceleme testi olarak kullanılabilir. Tanımlanmış çok çeşitli magnifikasyon sistemleri bulunmaktadır. Bunlar lensler, kafa bandı bulunan siperlik, görüntü sağlayan ve monte edilebilen sistemler ve operasyon mikroskoplarıdır. Bununla birlikte çok az çalışmada magnifikasyonun önemi incelenmiş, klinik şartlarda çürük teşhisindeki başarısı değerlendirilmemiştir. Bir araştırmacı fantom kafaları kullanarak yapmış olduğu laboratuvar çalışmasında, dişler magnifikasyon yöntemi kullanılarak ve kullanılmaksızın incelenmiştir. İncelemeden sonra dişlerden kesitler alınarak histolojik değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda magnifikasyon yönteminin çürük teşhisinde kullanımının büyük avantaj sağladığı bulunmuştur (Kidd et al., 2003).

### **2.3.1.1. Çürük Tespit Boyaları**

Ayna ve sond ile birlikte çürük lezyonlarını ve enfekte dentini spesifik olarak boyayabilen bir çürük tespit boyasının kullanımı da klinikte oldukça kullanışlı olabilmektedir. Çürük tespit boyaları, oklüzal ve pit çürüklerinin tanısı ve kavite hazırlanması sırasında çürük dentin dokularının kaldırılmasında hekime yol

göstermesi ve yardımcı olması amacıyla üretilmiştir (Demirci ve ark., 2001). Günümüzde çürüğün objektif olarak belirlenmesi amacıyla çürük tespit boyaları ile çürük saptanması yöntemine sıklıkla başvurulmaktadır. Enfekte dentini boyadığı iddia edilen çürük tespit edici boyaların kullanılması ile çürüğün uzaklaştırılmasına bir standart getirilebileceği düşünülmüştür. Bu amaçla ilk olarak 1972 yılında Fusayama ve arkadaşları (1993) tarafından %0.5'lik bazik fuksin solüsyonu kullanılmıştır. Bununla beraber, bazik fuksin karsinojenik potansiyelinden dolayı yerini asit kırmızı solüsyonuna bırakmıştır (Fusayama, 1988).

Çürük tespit boyaları dış yapılarına kimyasal olarak bağlanmamaktadır. Çürük dentinin dış tabakasının propilen glikol ile boyanması bu tabakadaki kollagen fibrillerin molekülleri arasındaki çapraz bağların kopması nedeniyle oluşmaktadır. Çürük dentinin iç tabakasındaki kollagen fibriller ise yapısal bütünlüğünü korumaktadır ve bu bölge çürük tespit boyası ile boyanmamaktadır. Propilen glikol sadece dış tabakadaki yapısı bozulmuş olan kollagen fibrillere penetre olmakta ve bu tabakanın boyanmasını sağlamaktadır (Tassery et al., 2001).

Çürük tespit boyasının kullanımının çürük dokuları tespit etmede klinisyene kolaylık sağladığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Anderson and Charnebau, 1985, Demirci et al., 2001). Bununla beraber, çürük tespit boyalarının çürüğün uzaklaştırıldığı belirlenmesinde kullanımının tamamen objektif bir yöntem olmadığı bildirilmektedir. Bu boyaların rehberliğinde çürüğün uzaklaştırıldığı çalışmalarda gereğinden fazla dentin dokusunun uzaklaştırılabildiği ve preparasyon sırasında bakterilerin elimine edilemediği rapor edilmiştir. Bununla birlikte bu boyaların çürük dokusundaki bakterileri değil, demineralize olmuş kollagen matriksini boyadığı bilinmektedir (Yip, 1994). Yip ve arkadaşları (1994), çürük tespit boyalarının spesifitesinin olmadığını bildirmişlerdir ve dentindeki boyanmanın bölgedeki mineral yoğunluğu ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Yeni çekilmiş çürüksüz insan daimi ve süt dişleri kullanılarak yapılan bir *in vitro* çalışmada çürük saptayıcı boyanın pulpa dokusunun etrafındaki ve mine-dentin bileşimindeki sağlam dentini boyadığı saptanmıştır (Demirci ve ark., 2001). Ermiş ve arkadaşları (2007) ise, boyaların kullanımının çürük dokularının uzaklaştırılması sırasında sağlam diş dokularının kaybına ve pulpa yaralanmalarına neden olabileceğini bildirmiştir.

### 2.3.2. Mikrosertlik Testi

Materyallerin niteliklerinin değerlendirilmesinde en iyi göstergelerden biri sertlik değerlerinin kullanılmasıdır. Mikrosertlik testi, materyalin sertliğinin mikroskopik bir skala üzerinde incelenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Elmas bir uç, materyal üzerine birkaç gramdan 1 kilograma kadar değişebilen yük ile birlikte basılmaktadır. Mikrosertlik ölçümleri; Vickers sertlik skalası adı verilen kare bazlı piramit bir uç veya Knoop sertlik skalası adı verilen uzamış eşkenar dörtgen şekilli bir uç kullanılarak yapılmaktadır. Testi yapan kişi, test için uygulanması planlanan yükü doğrudan ağırlıkları kullanarak seçebilmektedir. Mikrosertlik ucunun cisim üzerinde bıraktığı iz uzunluğu ışık mikroskobu ve objektifler ile veya video kamera görüntüleri ve bilgisayar yazılımı ile incelenmektedir. Mikrosertlik değeri ise, testte kullanılan yükün büyüklüğü ve test için kullanılan mikrosertlik ucunun şekli gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Hanke, 2006).

Mikrosertlik analizinde elde edilen sayısal sertlik değeri, diş sert dokularındaki mineral kaybı ile doğru orantılı olarak ilişkilidir. Bu nedenle bu analiz, diş dokularındaki mineral kaybını ve yapısındaki değişiklikleri değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Correa et al., 2007). Yapılan araştırmalarda dentinin sertliğinin ölçülmesinde, Knoop mikrosertlik ölçümü yöntemi ve Vickers sertlik ölçüm yöntemi kullanılmaktadır (Sakoolnamarka, 2005). Knoop sertlik değeri ile diş sert dokularındaki mineral kaybı arasında anlamlı bir ilişki bulunması nedeniyle, dişhekimliğindeki mikrosertlik testlerinde Knoop uç daha sıklıkla kullanılmaktadır (Correa et al., 2007).

Dişler, çiğneme sırasında çeşitli bölgelerde farklı miktarlarda basınçlara maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle sertlik analizlerinin yapılması, çiğneme gerilimlerinin diş yüzeylerinde nasıl bir dağılım gösterdiğinin ve bu basınçların, restoratif prosedürlere, yaşa ve patolojilere bağlı olarak nasıl değişebileceğinin anlaşılması açısından da önemlidir. Bununla beraber, dişlerin sertlik değerinin incelenmesi, mine ve dentinin yapısal özellikleri nedeniyle kolay değildir. Mine yüzeyindeki prizmalar mine-dentin birleşimine kadar uzanmaktadır. Dentinde ise heterojen bir yapı bulunmaktadır. Mine ve dentinin farklı bölgelerinde kimyasal yapılarının değişiklik göstermesi, minenin ve dentinin sertlik değerlerinin her bölgede aynı olmamasının nedenini

açıklamaktadır. Minenin Knoop mikrosertlik değerinin 270-350 KHN, dentinin ise 50-70 KHN arasında değiştiği rapor edilmiştir (Salazar and Gasga, 2003) .

Literatürde çoğunlukla, çürük dentinin ve çürük uzaklaştırıldıktan sonra kavitede kalan dentinin mikrosertliğinin, sağlam dentinin mikrosertliğinden daha düşük olduğu yönünde bir fikir birliği vardır (Hosoya et al., 2000). Çürük proçesinden etkilenmiş dentinde, yapısal değişiklikler olmaktadır. Dentin tübülleri mineral içeriği ile dolmakta ve sertlik değeri sağlam dentine göre düşmektedir (Marshall et al., 1997). Dentinde mikrosertlik değerinin en yüksek olduğu tabaka, sağlam dentin tabakasının en üst noktasıdır. Bununla birlikte transparan dentin tabakasının içeriğindeki dentin tübüllerinin büyük kısmı kristaller ile dolu olmasına rağmen, sağlam dentin tabakasından daha yumuşak olduğu bildirilmiştir. Elektron mikroskobunu ve tolidin mavisi ile boyama yöntemini kullanılarak yapılan bir çalışmada yaptıkları çalışmalarında, intertübüler ve peritübüler dentinde çürük nedeniyle oluşan demineralizasyonun, en içteki çürük dentin tabakasının en alt noktasında başladığını gözlemişlerdir. Çürükten etkilenmiş dentinde, ince levha şekilli apatit kristalleri çürük lezyonuna bitişik peritübüler dentin duvarlarında depolanmaya başlar. Apatit depolanmasına, transparan ve subtransparan tabakalarda tübül lümenleri doluncaya kadar devam edilir. Bununla birlikte çürük tabakasından kaynaklanan asit, diş dokularında demineralizasyona neden olmaktadır. Oluşan demineralizasyon apatit kristallerinin çözünmesine yol açar ve sonuçta *whitlokite* kristalleri oluşur. Bu kristal şekilli yeni yapıların normal dentinden daha yumuşak olduğu ve uzaklaştırma sırasında kullanılan cihaz ve enstrümanlara daha az direnç gösterdiği bildirilmektedir (Ogawa, 1983).

### **2.3.3. Mikroskobik İnceleme**

Histoloji, dokuların mikroskobik yapısını ve fonksiyonunu inceleyen çalışmaları kapsamaktadır ve anatomik yapıların mikroskobik düzeyde incelenmesi nedeniyle mikroanotomi olarak da tanımlanabilmektedir (Bath-Balogh, 1997). Histolojik çalışmalar genel olarak çeşitli organlardan doku kesitleri alınarak bu örneklerin histopatolojik yönden değerlendirilmesini kapsamaktadır (Firidin, 2004).

Diş sert dokularındaki demineralizasyonun belirlenmesinde histolojik incelemeler altın standart olarak kabul edilmektedir. Histolojik teknikler;

mikroskopların, mikroradyografinin ve kimyasal analiz yönteminin kullanımını kapsamaktadır ve laboratuvarında çekilmiş dişler kullanılarak yapılmaktadır (Kidd et al., 2003). Geleneksel olarak polarize ışık mikroskobu ve mikroradyografiler, dişlerde erken evredeki demineralizasyonun histolojik olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntemler ile değerlendirilmesi düşünülen dişlerden elde edilen kesitlerin kalınlığı yaklaşık 100 µm'dir. Bununla birlikte bu yöntemlerle çürük dokusunun incelenmesi kesit alınmasını gerektirdiğinden zaman alıcıdır. Histolojik incelemenin yapılmasını sağlayan diğer yöntemler, dişlerden kesit alınması ve bu kesitlerin konvansiyonel radyografik teknikler veya bir stereomikroskop ile incelenmesi şeklinde yapılmaktadır (Ricketts et al., 1998). Literatürden elde edilen bilgilere göre 0.1 mm ile 0.7 mm arasında değişen kalınlıklarda alınan kesitlerin stereomikroskop yardımıyla farklı büyütme oranlarında (x10-x100) incelenmesi mümkün olmaktadır (Ricketts et al., 1998, Ashley et al., 1998). Bu tür çalışmalarda, stereomikroskop ile çürük lokalizasyonunun belirlenmesinde kavite, çürük tespit edici solüsyonlar ile boyanarak veya boyanmadan değerlendirilebilmektedir (Alkurt ve Bala, 2007).

#### **2.3.4. Kimyasal Analiz**

Kimyasal analiz süreci farklı deneylerden oluşmaktadır. Yöntem, en az bir enstrümanın kullanılmasını gerektirmektedir ve enstrümanlar analitik bir teknikte kullanılmaktadır. Kimyasal analiz deneylerinde çeşitli analitik aletler birlikte kullanılmaktadır. Bu aletler fiziksel (enstrüman, aparat), kimyasal (kimyasallar, çözücü), matematiksel (işaretlerin istatistiksel veya matematiksel yorumu), biyokimyasal (enzimler) ve biyolojik özellikte olabilmektedir (Kellner et al., 2004).

Kimyasal analiz dört aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, örnek analiz için hazırlanmaktadır. İkinci aşama, kullanılan cihazlardan kaynaklanan analitik sinyallere uyum sağlama ve değerlendirme aşamasıdır. Bu aşamada spektrometre gibi enstrümanların kullanımı gerekebilir. Üçüncü aşama, verilerin elde edilip değerlendirmeye tabi tutulduğu aşamadır. Dördüncü aşama ise deneylerin kalibrasyonu ve analizlerin standardizasyonunu içermektedir. Kullanılan ekipmanın kalibrasyonu, enstrümanların (spektrofotometre, pH-metre gibi) veya aparatların

(santrifuj, fırın gibi) doğru bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Kellner et al., 2004).

Kimyasal analiz; nitel, nicel ve yapısal olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır. Nitel analiz ile örneğin hangi bileşenlerden (element veya bileşik) oluştuğu belirlenir. Nicel analiz ile örnek içinde bulunan bileşenlerin miktarı ve yüzdesi saptanır (Kellner et al., 2004, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), Erişim tarihi: 7 Ağustos 2009). Yapısal analiz ile ise verilen bileşikteki organik fonksiyonel grupların varlığı veya pozisyonu ve molekül içindeki atomların dizilişleri kesin olarak belirlenebilmektedir. Bunların dışında yüzey analizi, incelenen yüzeylerin topografisinin ve moleküllerinin yerleşiminin değerlendirilmesini sağlamaktadır (Kellner et al., 2004).

#### **2.3.4.1. Diş Sert Dokularının Biyokimyasal Yapısı**

Kimyasal analiz deneylerinde çekilmiş dişler kullanılmaktadır. Bu analizlerin yapılması sırasında büyük bir dikkat gösterilmesine rağmen, vital bir dişe ait dentin dokusunun çekilmiş bir dişe ait dentin dokusundan farklı olduğu unutulmamalıdır. Örneğin vital bir dişe ait dentin dokusunda dentin tübülleri içinde devamlı bir sıvı akışı olduğu bilinmektedir. Çekilmiş bir dişteki dentin dokusu ile vital bir dişteki dentin dokusu arasındaki tüm farklılıklar günümüzde tam olarak anlaşılammış olmasına rağmen fonksiyondaki bir diş, çürüğün ekskavasyonuna çekilmiş bir diştten farklı cevaplar verebilmektedir. Çalışmalarda rastlanan bu problem ise yeni çekilmiş dişlerin kullanımı ile kısmen önlenebilmektedir (Arvidsson, 2001).

Fizyolojik ve patolojik değişiklikler nedeniyle yapısal bileşenler ve nitelikler aynı dişte ve farklı dişler arasında çeşitlilik göstermektedir. İnsan dentini sert, elastik, avasküler ve konnektif bir dokudur ve yüksek oranda mineralize ve kırılğan bir doku olan mineyi destekleyerek çiğneme kuvvetleri karşısında kırılmasını önler (Zavgorodniy et al., 2006) . Mine ve dentinin biyokimyasal kompozisyonu; inorganik materyal, organik materyal ve sudan oluşmaktadır. Minenin ağırlıkça %96'sı inorganik, %1'i organik ve %3'ü sudan meydana gelmiştir. Dentinin ise ağırlıkça %70'i inorganik, %20'si organik ve %10'u sudan oluşmuştur (Bath-Balogh, 1997) Mine ve dentindeki mineral kısmı hidroksiapatit meydana getirir. Dentin dokusu, apatit kristalleri içine gömülmüş kollagen içeren bir intertübüler matriks ve yüksek oranda mineralize peritübüler tabaka tarafından sarılmış tübüller ve dentin



sıvısından oluşan hidrate bir dokudur. Dentindeki kalsiyum, fosfat ve hidroksil dışındaki iyonların miktarı minedekinden daha yüksektir (Cate TMJ et al., 2003). Dentindeki organik materyal, Tip 1 kollagen, kollagen olmayan proteinler, proteoglikanlar ve lipitten oluşmaktadır. Mine dokusundaki organik materyalin en önemli kısmını ise protein ve lipitler oluşturmaktadır (Arvidsson, 2001). Dentindeki organik matriksin mineden farklı olarak içerdiği kollagen, dentindeki en önemli yapısal elemandır ve apatit kristallerini bir arada tutar. Dentinin mineral fazı, kollagen matriksteki enzimatik aktivite ile önlenemeyen asit saldırıları nedeniyle kısmen dağılabilmektedir (Cate TMJ et al., 2003)

#### **2.3.4.2. Kimyasal Analiz Yöntemleri**

Kimyasal analiz yöntemlerinden biri olan *Fourier Transform Raman Spektroskopisi (FT)*, incelenen materyalin içeriğindeki moleküllerin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Raman spektrumunun x-aksındaki dalgaboyu göstergesi moleküler titreşimlere sayısal değerler vermek amacıyla kullanılmaktadır ve incelenen örneğin tüm molekülleri Raman aktif değildir Raman spektroskopisi incelenecek örneğin moleküllerinin stabil olmayan bir enerji düzeyine geçmesi için monokromatik bir ışık kaynağı görevi görür. Pek çok molekül titreşim safhasına geçmek için serbest kalır ve böylece enerjisi değişmiş bir foton yayılır. Bu fenomen Raman dağılımı adını almaktadır enerji farkları titreşim enerjisini yansıtmaktadır (Arvidsson, 2001)

Diğer bir kimyasal analiz yöntemi olan *Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR)* ise, sıklıkla Raman spektroskopi metodunu tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır. Raman aktif olmayan pek çok molekül IR aktiftir. FTIR incelenen örneğe doğrudan ve sürekli ulaşan kızılötesi bir ışın saçan bir kaynak kullanılmaktadır. Eğer ışının frekansı doğal titreşim frekansına tamamen eşitse moleküler titreşim genliği ışından enerji emilimi nedeniyle değişecektir. Sonuç olarak ışın örneği bazı frekanslarda düşük yoğunlukta geçer. Farklı frekanslardaki yoğunluk azalma noktaları belirlenir ve bu alanlar moleküllerin parmak izi olarak kullanılır (Arvidsson, 2001).

*Lazer Ablasyon İdükleyici-Çift Plazma Kütle Spektrometresi (LA-ICP-MS)* yöntemi, FT'den ve FTIR'den farklıdır. Bu tür analizlerde, lazer ışını incelenen

örneğin yüzeyinden madde buharlaştırmaktadır. Akışkan argon, buharlaşan materyali atomizasyonun ve iyonizasyonun yapıldığı sıcak plazmaya taşır. Plazma içeren materyal ise yoğunluk spektrometresi kullanılarak değerlendirilir ve içerdiği iyonlar belirlenir (Arvidsson, 2001).

Son olarak, *Enerji Dağılımsal X-Işını Spektroskopi Analizi (EDS veya EDAX)* ise, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile birlikte kullanılan bir kimyasal mikroanaliz tekniğidir (Hanke, 2006). SEM-EDS analizi ultrastrüktürel düzeyde elemental analizlerde kullanılmaktadır. Çalışma mekanizması materyalin atomlarına dış kaynaklardan gelen elektronların çarpması ile x-ışını fotonlarından enerji yayılması prensibine dayanmaktadır ve böylece elementin x-ışını karakteristiği oluşturulmaktadır (Khunkitti, 1999). Bu teknik çalışmalarda daha çok diş sert dokularındaki kalsiyum ve fosfat miktarını incelemek amacıyla kullanılmaktadır (Sakoolnamarka, 2005).

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

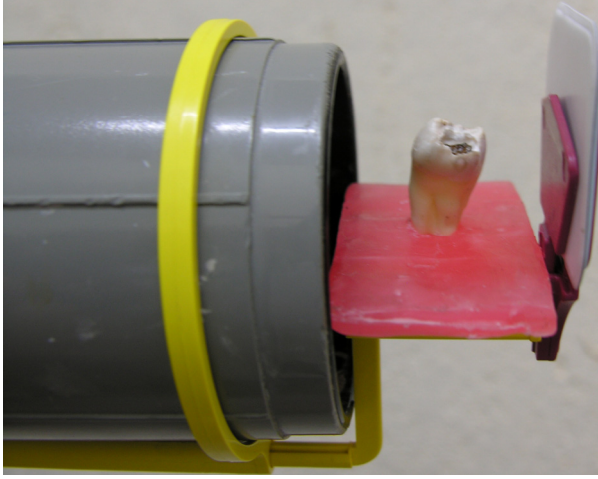
#### 3.1. Çalışmada Kullanılacak Dişlerin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılmak üzere yeni çekilmiş veya çekildikten sonra en fazla üç ay beklemiş olan oklüzal çürüklü insan molar dişleri seçildi. Dişler Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi kliniğinden ve Isparta ilindeki farklı kliniklerden toplandı. Florozisli dişler çalışmaya dahil edilmedi (Thylstrup ve Fejerskov İndeksi, TFI 0) (Fejerskov et al., 1994). Çekimi takiben dişler üzerindeki doku artıkları ve eklentiler akan su altında kretuvar ve fırça yardımıyla temizlendi. Dişler oda sıcaklığında (23°C) %0.2'lik sodyum azid solüsyonunda (Merck, Darmstadt, Almanya) saklandı.

Toplam 500 adet insan molar dişi gözle ve sondla, çürüğün derinliği ve lokalizasyonu açısından incelendi. Dentinin 2/3'ünü içeren çürük lezyonlarının bulunduğu düşünülen 300 adet molar diş, 3x5 cm ebatında hazırlanmış pembe mum bloklara sadece kök uçları blok içinde yer alacak şekilde gömüldü. Mum bloklara gömülen dişlerden e-speed filmler (Ceadent, Strängnäs, İsviçre) kullanılarak bir film tutucu (Hawe Endo-Bite Posterior, Hawe-Neos Dental, Bioggio, İsviçre) yardımıyla paralel radyografiler alındı. Röntgen cihazının konu, dişlerin oklüzal düzlemiyle +10 derece açı oluşturacak şekilde konumlandırıldı. Focus ile obje arası mesafe 36 cm olarak sabitlendi. Sabitleme amacıyla bir film tutucu aparey (Hawe Neos Dental, Bioggio, İsviçre) kullanıldı. Radyografiler 65 kV ve 10 mA değerlerine sahip periapikal röntgen cihazı (Trophy Radiology, Marne-la-Valle, Fransa) ile 0.25 sn ışınlandı (Şekil 1). Filmlerin banyosu karanlık odada otomatik banyo makinesi (Dürr Dental Periomat Plus, Bietigheim, Almanya) yardımı ile 4 dk 30 sn sürede gerçekleştirildi.

Alınan radyografiler, çürük lezyonlarının derinliğinin ve dolayısıyla dişlerin çalışma için uygun olup olmadığının belirlenmesi için standart bir negatoskop kullanılarak incelendi. Çürük lezyonları, oklüzal çürük lezyonlarının görsel ve radyografik incelemeye dayanılarak beş dereceye ayrıldığı bir skala kullanılarak sınıflandırıldı (Çizelge 3, Şekil 2) (Axellson P, 2000). Bu skala yardımıyla çürük

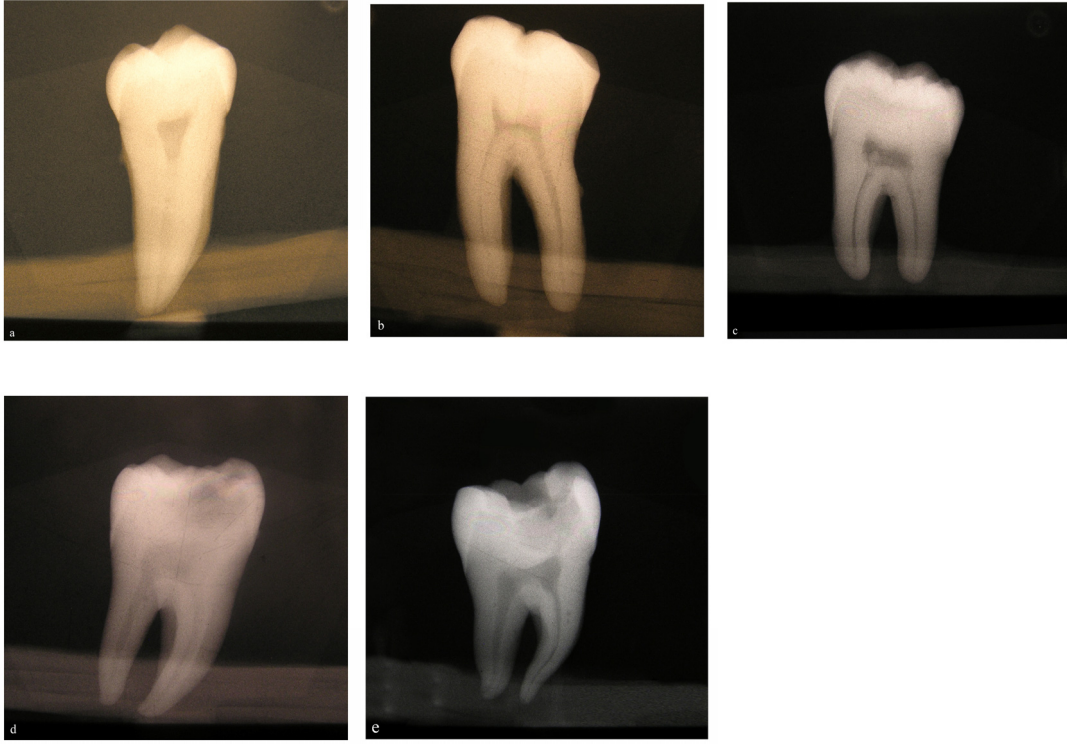
teşhisi için gerekli olan kriterlerin standardizasyonu sağlandı. Buna göre 4. derecede çürük lezyonu bulunduğu saptanan toplam 69 adet diş çalışmaya dahil edildi. Şekil 2’de, dentinin 2/3’ünü içeren çürük lezyonu bulunduğu saptanarak çalışmaya dahil edilen bir dişe ait radyografi görülmektedir.



**Şekil 1:** Mum bloğa gömülmüş bir diştten radyografinin alınması.

### **Çizelge 3:** Oklüzal çürük lezyonlarının sınıflandırılması

<b>Derece</b>	<b>Tanım</b>
<b>1. Derece</b>	Radyografide saptanamayan, kavitasyon bulunmayan ve kısmen renklenme görülen mine çürüklerini içeren veya minede gözlenen beyaz nokta lezyonlarını içeren dişler.
<b>2. Derece</b>	Radyografide saptanabilen çürük mine lezyonlarını içeren ve/veya fissürlerinde yüzeysel kavitasyon içeren, fissürlerin etrafını çeviren mine yüzeylerinde kavitasyon olmaksızın mineral kaybı oluşan dişler.
<b>3. Derece</b>	Radyografide saptanabilen dentinin 1/3’ünü içeren çürük lezyonları bulunan dişler ve/veya fissürlerde sınırlı bir kavitasyonla birlikte gözlenen orta düzeyde mineral kaybı oluşmuş dişler.
<b>4. Derece</b>	Radyografide saptanabilen dentinin 2/3’ünü içeren çürük lezyonları bulunan dişler ve/veya kavitasyonla birlikte görülen önemli düzeydeki mineral kaybı içeren dişler.
<b>5. Derece</b>	Radyografide saptanabilen dentinin 2/3’ünden daha derin olan lezyonlar içeren dişler ve/veya ileri düzeyde kavitasyon oluşmuş dişler.



**Şekil 2:** (a,b,c,d,e) Oklüzal çürük lezyonlarının sınıflandırıldığı skalaya göre sırasıyla 1., 2., 3., 4. ve 5. derecedeki çürük lezyonlarını içeren dişlerden alınan radyografiler. Dördüncü derecede çürük lezyonu bulunan örnek çalışmaya dahil edilmiştir (d).

### 3.2. Çürük Dokusunun Uzaklaştırılması

Dördüncü derecede yer alan çürük lezyonlarını içeren 60 adet oklüzal çürüklü molar dişler rastgele 3 gruba ayrıldı (n=20). Çalışmaya dahil edilen tüm dişlerdeki desteksiz mine kenarları yüksek hızda dönen ve su soğutmalı aereetöre (KaVo Dental, Biberach, Almanya) takılan elmas fissür frez (ISO no: 111-016, MDT Dental, Afula, İsrail) ile uzaklaştırıldı. Preparasyon sonucunda Sınıf 1 kaviteler elde edildi. Elmas frezlerin kullanımı sırasında sadece mine dokusu uzaklaştırılmasına ve dentin dokusuna zarar verilmemesine özen gösterildi.

Çürük dentin dokusunun uzaklaştırılması işlemi; geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve lazer olmak üzere üç farklı yöntemle gerçekleştirildi.

#### 3.2.1. Geleneksel Yöntem

Geleneksel yöntemin kullanıldığı grupta yer alan dişlerdeki çürük dentin dokusunun uzaklaştırılması için, düşük devirde dönen bir mikromotor ve angldruvadın (KaVo Dental, Biberach, Almanya) yararlanıldı. Dentin çürüğü, 16

nolu tungsten karpit ront frez (no: H1SE 204.016, Komet, Brasseler, Lemgo, Almanya) ile temizlendi. İşlem sırasında soğutma için sadece hava kullanıldı. Her bir tungsten karpit ront frez, beş dişte kullanıldıktan sonra yenisi ile değiştirildi. Çürük dokusunun geleneksel yöntemle uzaklaştırılması Şekil 3’de görülmektedir.

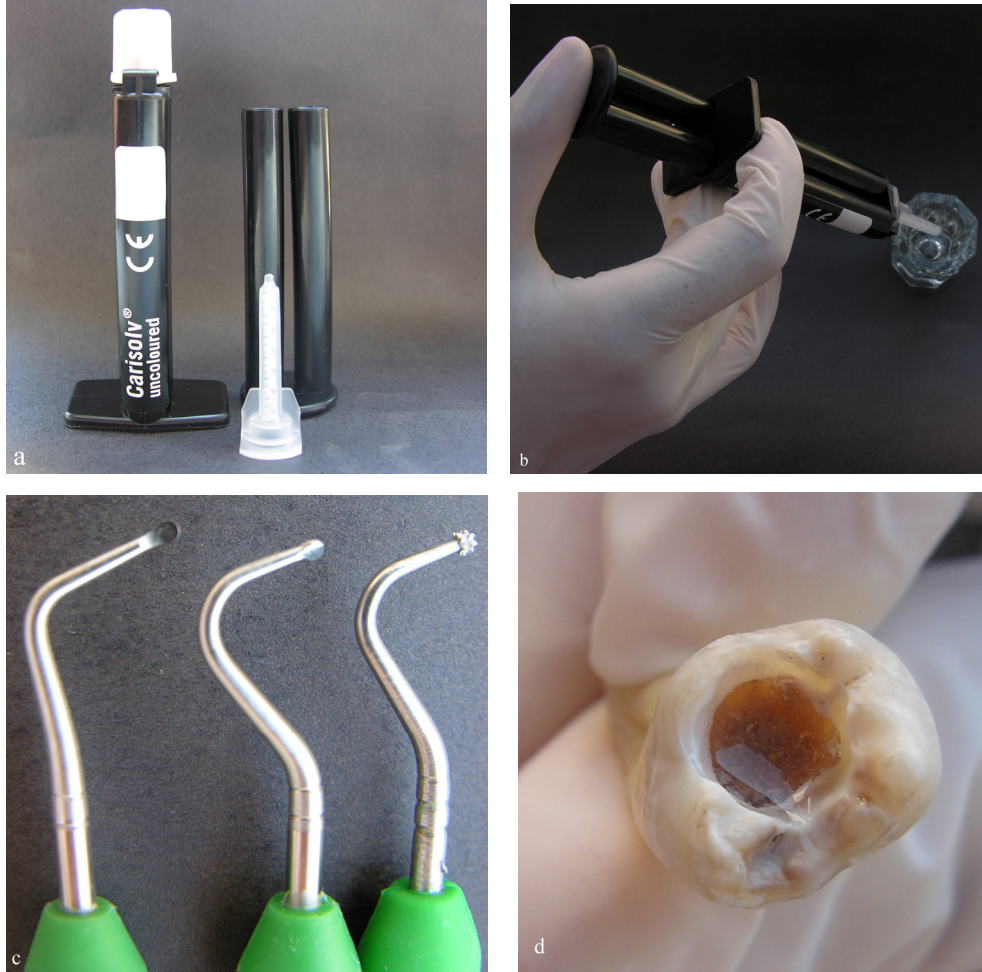


**Şekil 3:** (a,b) Geleneksel yöntem ile çürüğün uzaklaştırılması için kullanılan mikromotor ve angldrivası ve 16 nolu tungsten karpit ront frez. (c) Geleneksel yöntemle çürük dokusunun uzaklaştırılması işlemi.

### 3.2.2. Kemomekanik Yöntem

Kemomekanik yöntemin kullanıldığı grupta yer alan dişlerdeki çürük dentin dokusu, kemomekanik çürük uzaklaştırma sistemi (Carisolv jel, Multimix kit, Mediteam, Dental AB, İsviçre) ve bu materyal için özel olarak tasarlanmış ekskavatörler (Mediateam, Dental AB, İsviçre) kullanılarak temizlendi (Şekil 4). Çalışmada ikili Multimix şırınga taşıyıcısı şeklinde üretilen Carisolv sistemi kullanıldı. Multimix Şırınga taşıyıcısı; Carisolv’un iki komponentini içeren şırınga, statik karıştırıcı ve karışımı kaviteye aktaran uç kısmından oluşmakta idi. Bu sistem ile Carisolv’un iki farklı komponentinin uygulama öncesinde eşit miktarda karıştırılması sağlandı. Renksiz jel ve şeffaf olan sıvının karışımıyla elde edilen materyalin yapısı Çizelge 4’de gösterilmiştir. Kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı üretici firmanın önerilerine göre uygulandı. Buna göre, Multimix şırınga taşıyıcı sistemle karıştırılan jel temiz bir godeye aktarıldı. Jel, kavite içine materyal için tasarlanmış el aletleri kullanılarak uygulandı. Kavite içindeki çürük nedeniyle yumuşamış dentinin yüzeyi tamamen Carisolv jel ile kaplandıktan sonra jel 30 sn bu yüzeyde bırakıldı (Şekil 4). Bu sürenin sonunda jelin bulanıklaştığı gözlemlendi. Bulanıklaşan jel özel olarak dizayn edilmiş 2, 3 ve 4 numaralı ekskavatörler yardımı ile kaviteden uzaklaştırıldı. Bu işlemler jelin bulanıklığı kayboluncaya kadar

tekrarlandı. Son uygulama sonrasında kavite yüzeyleri hava-su spreyi ile yıkandı ve kurutuldu. Çalışmamızda kullanılan dişlerdeki çürük dokusunun uzaklaştırılabilmesi için, jelin dişlerin herbirine ortalama 6 kez uygulanması gerekti.



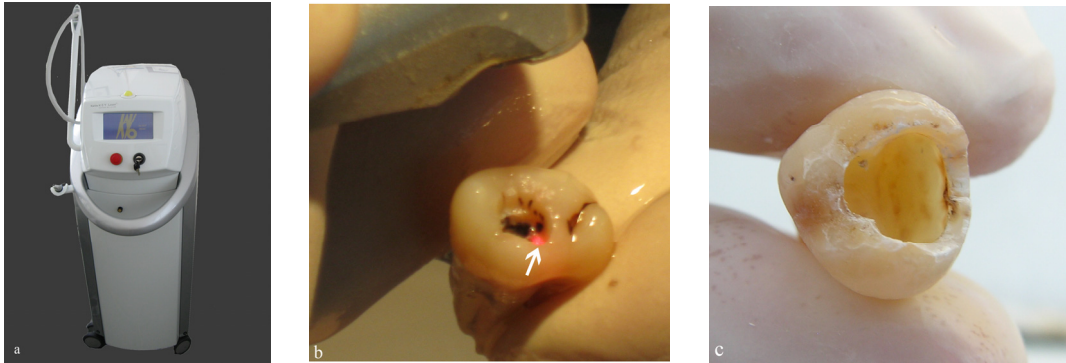
**Şekil 4:** (a,b) Kemomekanik çürük uzaklaştırma sistemi (Carisolv jel Multimix Kit). (c) Carisolv için özel olarak tasarlanmış ekskavatörler (soldan sağa sırasıyla no: 2, 3, 4). (d) Carisolv jel uygulanmış bir diş.

### 3.2.3. Lazer

Lazerin kullanıldığı grupta yer alan dişlerdeki çürük dentin dokusu, bir Er:YAG lazer (KaVo, Biberach, Almanya) kullanılarak temizlendi (Şekil 5). Çalışmada, Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırılması sırasında üretici firma tarafından önerilen parametreler kullanıldı. Çürük dentin dokusunun uzaklaştırılması sırasında kullanılan lazerin enerji yoğunluğu  $30.86 \text{ J/cm}^2$ , puls enerjisi 250 mJ ve puls frekansı 4 Hz idi. Çürük dokusunun uzaklaştırılması sırasında cihazın ucu diş yüzeyine temas etmedi. Bu amaçla cihazla birlikte 2060 numaralı

*non-contact* uç (KaVo, Biberach; Almanya) kullanıldı. Uçtan diş yüzeyine aktarılan ışın demetinin çapı 0.9 mm idi. Çürük dokusunun uzaklaştırılması sırasında, uç ile diş arasında sabit bir uzaklık bulunmamaktaydı (*defocused mode*). Uçlar ile diş yüzeyi arasında en az 10-20 mm mesafe bulunmasına dikkat edildi. Er:YAG lazer ile çürük dokusu su soğutması altında uzaklaştırıldı. Bu amaçla hızı 15 ml/dk olan su spreyi kullanıldı.

Er:YAG lazer ile çürük dokusu, lazer cihazının ucundan çıkan ve gözle görülebilen kırmızı renkteki ışın yardımıyla temizlendi (Şekil 5). Işının çürük dokusu üzerine odaklanması 2060 numaralı ve 360 derece dönebilen uç ile sağlandı. ER:YAG lazer cihazının oluşturduğu 2.94 µm dalga boyundaki ışın, lazerle uygulanan enerjinin dentin dokusunun buharlaşma sıcaklığından fazla olması nedeniyle emildi. Bu enerji aniden patlama şeklinde buharlaştı. Böylece Er:YAG lazerin dentin dokusu üzerinde termomekanik ablasyon oluşturması sağlandı. Sonuç olarak dişlerdeki çürük dokusundan parçacıklar halinde madde kopartılmış oldu.



**Şekil 5:** (a) Er:YAG lazer cihazı (Kavo). (b) Lazer ile çürüğün uzaklaştırılması. Ok ile işaretli nokta lazerden kaynaklanan kırmızı ışını göstermektedir. (c) Er:YAG lazer ile çürük dokusu uzaklaştırılmış bir dişin görüntüsü.

### 3.3. Rezidüel Çürük Teşhisi

Çürüğün yeterli düzeyde uzaklaştırılıp uzaklaştırılmadığı, tek gözlemci tarafından ve öncelikle göz ve sond ile değerlendirildi. Kavite içinde kalan dentin dokusu, renk ve sertlik açısından incelendi. Koyu sarı veya açık kahverengi renkteki ve sond ucunun kavite içinde penetre olduğu alanların çürük dentin dokusu olduğuna karar verildi ve bu bölgeler uzaklaştırıldı.

Daha sonra kavitelere çürük tespit boyası (Caries Detector, Kuraray Medikal Inc., Osaka, Japonya) uygulanarak rezidüel çürük açısından tekrar incelendi. Yapısı



Çizelge 4’de gösterilen çürük tespit boyası, üretici firmanın önerilerine göre uygulandı. Buna göre, kavite yüzeyi hava-su spreyi ile kurutuldu. Tek kullanımlık sünger uçlu bir aplikatör yardımı ile %1’lik asit kırmızı içeren çürük tespit boyası kavite içine uygulandı. Çürük tespit boyası kavitede 10 sn bekletilip su ile yıkandı ve hava-su spreyi ile kurutuldu. Koyu kırmızı boyanan çürük dentin dokusu uzaklaştırıldı. Bu işleme kavitede çok açık pembe boyanma oluşuncaya veya boyanma gözlenmeyene kadar devam edildi (Şekil 6).

Daha sonra tüm kavite yüzeyleri göz ve sond ile çürük dokusu varlığı açısından renk ve sertlik kriterlerine göre tekrar incelendi. Sondun ucunun dentin dokusuna penetre olmadığı koyu renkli sert alanlar ve ayrıca çürük tespit boyası ile boyanan açık pembe renkli alanlar kavitede bırakıldı.

**Çizelge 4:** Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmaları, üretim numaraları ve içerikleri (üretici firmalardan elde edilen bilgilere göre hazırlanmıştır).

<b>Materyal</b>	<b>Üretici Firma</b>	<b>Üretim No</b>	<b>Yapısı</b>
Carisolv Jel Multimix Kit	Mediteam, Dental AB, İsviçre	08-003	Renksiz jel: Amino asitler (glutamik asit, lösin, lizin), sodyum klorür, Na-CMC 1300-2200 mPas, sodyum hidroksit, saf su (pH: 11) Transparan sıvı: %0.95 sodyum hipoklorit
Caries Detector	Kuraray Medikal Inc., Osaka, Japonya	0596A	Propan 1,2-diol, %1’lik asit kırmızı



**Şekil 6:** Rezidüel çürük teşhisinde çürük tespit boyasının kullanılması. **(a)** Çürük tespit boyası (Caries Detector, Kuraray). **(b)** Geleneksel yöntemle çürük dokusu uzaklaştırılan bir kavitenin görüntüsü. **(c)** Caries Detector uygulanmış kavite. **(d)** Çürük tespit boyası yıkandıktan sonra kavitenin tabanında açık pembe boyanan ve sond ile sert olduğu saptandığı için kaviteden uzaklaştırılmayan alanlar.

### 3.4. Mikrosertlik Testi

Çalışmanın bu aşamasında geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve lazer uygulamasını içeren üç farklı çürük uzaklaştırma yönteminin etkinliği mikrosertlik testi ile değerlendirildi.

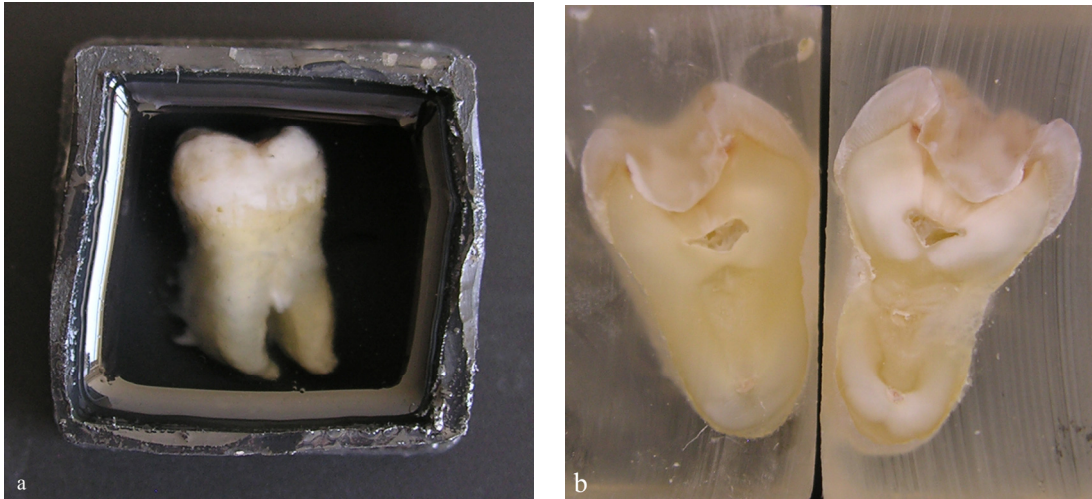
#### 3.4.1. Örneklerin Hazırlanması

Çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra distile su içinde saklanan dişler epoksi rezin (Epofix kit, Struers, Danimarka) içine gömüldü (Şekil 7). Epoksi rezin içeriğindeki rezin ve sertleştirici materyal üretici firmanın önerdiği oranda (rezin/sertleştirici, 25/3 veya 15/2) karıştırıldı. Karıştırma işlemine hava kabarcığı kalmayacak şekilde iki dakika boyunca devam edildi ve hava kabarcıklarının tamamen yok olması için kullanılmadan önce iki dakika bekletildi. Dişler 1.6 x 1.6

cm boyutundaki kalıplara gömüldükten sonra epoksi rezinin sertleşmesi için 12 saat beklendi.

Epoksi rezine gömülen dişler kavitenin orta noktasından bukkal-lingual doğrultuda su soğutması altında düşük devirli hassas kesme cihazı (Micracut 125, Metkon Endüstriyel Cihaz San. ve Tic. Ltd. Şti., Bursa, Türkiye) ve 100 mm çapındaki ve 0.3 mm kalınlığındaki elmas kesme diski (Dimos, Metkon, Bursa, Türkiye) ile ikiye ayrıldı (Şekil 7 ve 8). Böylelikle, epoksi rezine gömülmüş olan her gruptaki 20 dişin ikiye ayrılmasıyla, geleneksel yöntemin kullanıldığı grupta 40, kemomekanik yöntemin kullanıldığı grupta 40 ve Er-YAG lazerin kullanıldığı grupta 40 olmak üzere toplam 120 adet örnek elde edilmiş oldu.

Tüm örnekler, oluşan smear tabakasını uzaklaştırabilmek amacıyla mikrosertlik ölçümü ve mikroskopik inceleme yapılmadan önce %1'lik sodyum hipoklorit içeren ultrasonik banyo (Euronda, Vicenza, İtalya) içinde 1 dk bekletildi. Daha sonra distile su ile 1 dk süreyle yıkandı. Bu işlemin ardından örnekler, 2000 grenli silikon karpit zımpara (Dempa P1, Metkon, Bursa, Türkiye) ve partikül büyüklüğü 0.25 µm olan elmas pasta (Metadi II, Buehler, Illinois, USA) ile polisaj işlemine tabi tutuldu.



**Şekil 7: (a)** Epoksi rezine gömülmüş bir diş. **(b)** Mikrosertlik deneyi için ikiye ayrılmış dişlerin görüntüsü.



**Şekil 8:** Düşük devirli hassas kesme cihazı (Micracut 125, Metkon) ve elmas kesme diski (Dimos, Metkon).

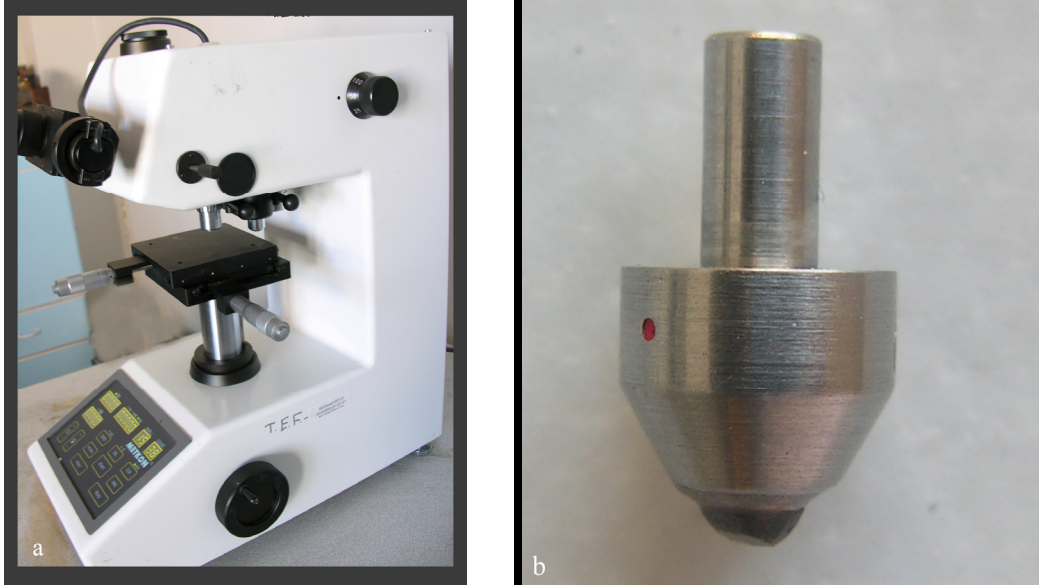
### 3.4.2. Ön Çalışma

Bu laboratuvar çalışmasının her aşamasında standardizasyonun sağlanması amacıyla çalışmadaki tüm işlemler tek bir operatör tarafından gerçekleştirildi. Örneklerin hazırlanması ve testin uygulanması aşamalarında araştırmacıya bağlı olarak oluşabilecek hataları en aza indirmek için ön çalışma yapıldı. Bu amaçla üç adet insan molar dişinde yer alan oklüzal çürük lezyonları geleneksel yöntem kullanılarak uzaklaştırıldı. Hazırlanan altı örneğe mikrosertlik ölçümü yapıldı ve her örnekten bir ölçüm alındı. Elde edilen sonuçlar farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri kullanılan örneklerden elde edilen mikrosertlik değerlerine dahil edilmedi.

### 3.4.3. Mikrosertlik Ölçümü

Mikrosertlik ölçümü, mikrosertlik cihazında (MH-3, Metkon Endüstriyel Cihaz San. ve Tic. Ltd. Şti., Bursa, Türkiye) ve *Knoop* elmas uç (Metkon, Bursa, Türkiye) kullanılarak gerçekleştirildi (Şekil 9). İncelenecek her örnek ışık mikroskopunun tablası üzerine yerleştirildi. En düşük büyütmede (x10) kavite tabanının lokalizasyonu belirlendi. Daha sonra x40 büyütmede *Knoop* ucun uygulanacağı alan belirlendi. Ölçümler, oda sıcaklığında (23°C), *Knoop* ucun kesitlerdeki kavite tabanının 25 µm altından 50 g yükü ve 15 sn süreyle uygulanması ile gerçekleştirildi. Bu işlemin ardından *Knoop* uçla oluşan izin uzun köşegeninin

ölçülmesi için x40 büyötmeye geçildi. Köşegenin uzunluğu, ekrandaki yatay çizgilerin köşegenin iki ucuna yerleştirilmesiyle ölçüldü. Mikrosertlik değerleri, köşegenin uzunluk verileri kullanılarak cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı. Her örnekten beş ölçüm alındı ve elde edilen Knoop mikrosertlik değerleri (KHN) kaydedildi.



**Şekil 9:** (a) Mikrosertlik cihazı (MH-3, Metkon). (b) Ölçümlerin yapıldığı elmas Knoop uç.

### 3.5. Mikroskobik Değerlendirme

Çalışmanın bu aşamasında geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve lazer uygulamasını içeren üç farklı çürük uzaklaştırma yönteminin etkinliği mikroskobik inceleme ile değerlendirildi.

#### 3.5.1. Örneklerin Hazırlanması

Mikrosertlik ölçümünün yapıldığı 120 adet örneğin her birinden, kaviterin orta noktasından bukkal-lingual doğrultuda, su soğutması altında düşük devirli hassas kesme cihazı (Micracut 125, Metkon, Bursa, Türkiye) ve elmas kesme diski (Dimos, Metkon, Bursa, Türkiye) ile 0.4 mm kalınlığında kesitler alındı (Şekil 10). Elde edilen örneklerin dijital bir kumpas (Mitutoyo, Kawasaki, Japonya) ile kalınlıkları ölçüldü. Mikrosertlik ölçümünün yapıldığı örneklerin her birinden bir kesit alındı.

Böylelikle geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve Er-YAG lazer ile çürük dokusu uzaklaştırılmış ve mikrosertlik ölçümü yapılmış olan 40'ar örnek mikroskopik incelemeye tabi tutuldu (n=120).



**Şekil 10:** Mikrosertlik ölçümünün yapıldığı tüm gruptaki örneklerden hassas kesme cihazı ile alınan 0.4 mm kalınlığındaki kesitler (n=120).

### 3.5.2. Stereomikroskop ile İnceleme

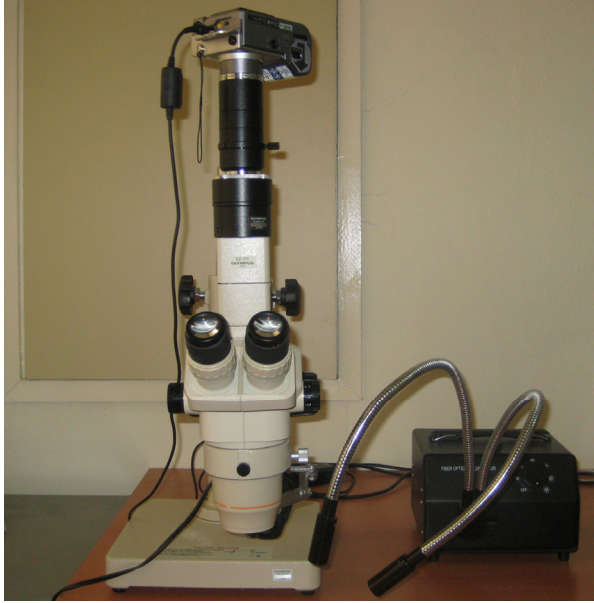
Her gruptaki tüm örneklerden bir stereomikroskop (Olympus S2-STU 1, Japonya) altında 100x1.1 büyütmede fotoğraflar alındı (Şekil 11). Bunun için, çözünürlüğü 4.0 megapiksel ve optik büyütmesi 3x olan bir dijital fotoğraf makinesi (Olympus, Camedia C4000, Japonya) kullanıldı. Alınan fotoğraflar, JPEG formatında bilgisayara kaydedildi (Microsoft Windows XP, Microsoft Office 2003) ve rezidüel çürük varlığı açısından görsel olarak bilgisayarda incelenerek ilgili veriler kaydedildi.

Rezidüel çürük teşhis edilen örneklerde kavite tabanında koyu sarı veya açık kahverengi renklenmelere rastlandı. Bu bölgelerin pöröz ve sınırları düzensiz yapısı fotoğraflarda gözlemlendi. Rezidüel çürük içermeyen örneklerdeki kavite tabanında görülen çürükten etkilenmiş dentin tabakası koyu kahverengi veya siyah renkli idi. Fotoğraflarda kavite tabanındaki dentinin yapısının pöröz olmadığı ve sınırlarının düzenli olduğu saptandı. Rezidüel çürük içermeyen bazı kesitlerde kavite tabanından

pulpa dokusuna doğru uzanan koyu kahverengi-siyah renkteki ölü yollar gözlenmekteydi. Rezidüel çürük saptanmayan kesitlerde nadiren hiç bir renklenme oluşmamış dentin tabakasına rastlandı. Rezidüel çürük ile ilgili skorlama aşağıdaki gibi yapıldı.

(0): Rezidüel çürük yok

(1): Rezidüel çürük var



**Şekil 11:** Mikroskobik değerlendirme için kullanılan steromikroskop (Olympus S2-STU 1) ve dijital fotoğraf makinası (Olympus, Camedia C4000).

### 3.5.3. Gözlemciler Arası Uyum

Rezidüel çürük varlığı, Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hastalıkları ve Tedavisinde Anabilim Dalı'nda çalışan iki farklı gözlemci tarafından değerlendirildi. Gözlemcilerden biri kavite preparasyonlarını ve çürük uzaklaştırma işlemlerini gerçekleştiren ve 9 yıllık deneyimi olan bir doktora öğrencisi, diğeri ise 8 yıllık deneyimi olan bir öğretim üyesi idi.

Gözlemciler arasında, diş kesitlerine ait fotoğraflar incelenmeden önce kalibrasyon yapıldı. Rezidüel çürük teşhisi konusunda yukarıda anlatılan kriterler kullanıldı. Gözlemciler arasında görüş ayrılığı olduğunda, örnekler iki gözlemci tarafından tekrar incelenerek ortak bir karara varıldı. Verilen kararlar kaydedildi.

### **3.6. Kimyasal Analiz**

Çalışmanın bu aşamasında geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve lazer uygulamasını içeren üç farklı çürük uzaklaştırma işleminin dentinin kompozisyonu üzerine olan etkileri Enerji Dağılımsal X-Işını Spektroskopi Analizi (SEM-EDS) ile incelendi.

#### **3.6.1. Örneklerin Hazırlanması**

SEM-EDS analizi için, radyografi ile 4. derecede çürük lezyonları içerdiğini saptadığımız 9 adet yeni çekilmiş oklüzal çürüklü insan molar dişi kullanıldı. Sınıf 1 kaviteler yukarıda anlatıldığı gibi prepare edildikten sonra dişler rastgele 3 gruba ayrıldı (n=3). Her bir gruptaki dişlerdeki çürük dentin dokusu; geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer ile çalışmanın diğer aşamasındaki aynı yöntemler kullanılarak uzaklaştırıldı. Tüm gruplarda yer alan dişlerdeki çürük dokusunun yeterli düzeyde uzaklaştırılıp uzaklaştırılmadığının belirlenmesinde göz ve sond ile muayene yöntemi ve çürük tespit boyası (Caries Detector, Kuraray, Japonya) kullanıldı.

Çürük dokusu uzaklaştırılmış olan dişler, kavitelerin orta noktasından bukkolingual doğrultuda, su soğutması altında düşük devirli hassas kesme cihazı (Micracut 125, Metkon, Bursa, Türkiye) ve elmas kesme diski (Dimos, Metkon, Bursa, Türkiye) ile ikiye ayrıldı. Dişlerin kök kısımları da mine-sement sınırınının 2 mm altından kesilerek uzaklaştırıldı. Böylelikle her bir grupta 6 adet olmak üzere toplam 18 adet örnek elde edildi (n=6).

#### **3.6.2. SEM Prosedürü**

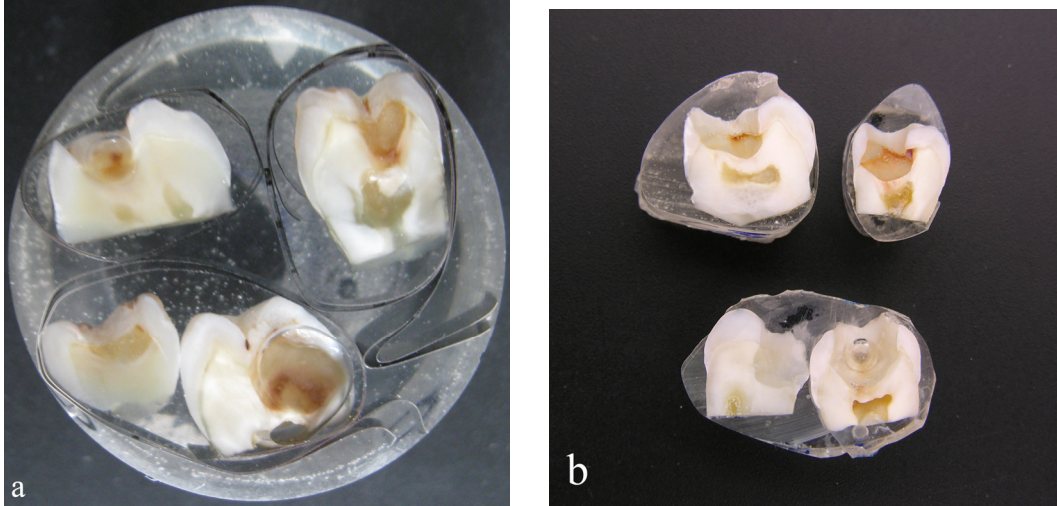
Hazırlanan örnekler fiksasyon sağlamak için hemen 0.1 M sodyum kakodilat (Electron Microscopy Sciences, ABD) ile tamponlanmış pH'ı 7.4 olan %2.5'lük glutraldehit solüsyonuna (Merck KGaA, Damstadt, Almanya) konuldu ve 4°C'de en az 12 saat saklandı. Fiksasyondan sonra örnekler pH'ı 7.4 olan 0.2 M sodyum kakodilat tamponu ile 3 kez 20'şer dakika ve takiben distile su ile 1 dakika yıkandı. Daha sonra artan konsantrasyonlarda etanol solüsyonunda (Merck KGaA, Damstadt, Almanya) dehidrate edildi. Bunun için sırasıyla %25, %50 ve %75'lik etanolde 20'şer dk, %95'lik etanolde 30 dk ve %100'lük etanolde 60 dk bekletildi. Örnekler



kimyasal olarak sertleşen bir epoksi rezine (Epofix kit, Struers, Danimarka) üretici firmanın talimatlarına göre gömüldü. Polimerizasyonun tamamlanması için 12 saat beklendi.

Daha sonra örnekler bir otomatik polisaj cihazı ile metalografik polisaj (Labopol 5, Struers, Danimarka) yapıldı. Polisaj sırasında 800 ve 1200 nolu silikon karpit zımparalar (Metkon, Bursa, Türkiye) ile örneklerin gömüldüğü epoksi kalıplar aşındırıldı. Daha sonra sırasıyla 3 µm ve 1 µm'luk elmas parlatma pastaları (Metkon, Bursa, Türkiye) ile kendilerine ait cila keçeleri (Metkon, Bursa, Türkiye) üzerinde polisajları gerçekleştirildi. Bu işlemler sırasında kayganlaştırıcı bir solüsyon (Metkon, Bursa, Türkiye) kullanıldı (Şekil 12).

Örnekler, %37.5'lük ortofosforik asit (Bisco, Schaumburg, ABD) ile 15 sn asitlendikten sonra su ile yıkanarak hava ile kurutuldu. Kapaklı cam bir petri içindeki filtre kağıdının üzerinde oda sıcaklığında kurutulmuş örnekler son olarak bir karbon yapıştırıcı (Electron Microscopy Sciences, ABD) aracılığıyla numune tutucuya monte edilerek tamamen kurumaları için bir vakumlu desikatörde (Today's, Rocker 300, Tayvan) 24 saat saklandı.



**Şekil 12:** (a) Kimyasal analiz için epoksi rezine gömülen örnekler. (b) SEM-EDS ölçümü için metalografik polisajları yapılarak hazırlanmış örnekler.

### 3.6.3. SEM-EDS Ölçümü

Desikatörden çıkarılan örnekler 200 Å kalınlığında altın ile kaplandı. Örnekler SEM-EDS cihazında (JEOL, JSM-6060, ABD Inc.), 20 kV voltaj ve 350° eğim açısıyla, x4000 büyütmede incelendi (Şekil 13).

SEM-EDS ölçümü için, çürük dokusunun geleneksel, kemomekanik ve Er:YAG lazer ile uzaklaştırıldığı her üç gruptaki 5'er örnek kullanıldı. Öncelikle tüm örneklerde kavite tabanı belirlendi ve kavite tabanının 25 µm altında birbirine eşit uzaklıkta 3 nokta saptandı. Saptanmış olan bu üç noktadan ölçüm gerçekleştirildi. Böylelikle kimyasal analiz için her grupta 15 olmak üzere toplam 45 adet ölçüm alınmış oldu. Her örnekten elde edilen kalsiyum ağırlığı, fosfor ağırlığı ve kalsiyum-fosfor oranı yüzde cinsinden kaydedildi.



Şekil 13: SEM-EDS cihazı (JEOL, JSM-6060).

### 3.7. İstatistiksel Analiz

Farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri kullanılarak elde edilen örneklerin mikrosertlik değerlerinin karşılaştırılması tek yönlü ANOVA kullanılarak gerçekleştirildi. Ront frez, Carisolv ve Er:YAG lazer kullanılarak çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerin mikrosertlik değerlerine ait ikili karşılaştırmalar Dunnett-C testi ile yapıldı.

Geleneksel yöntemin, kemomekanik yöntemin ve lazerin mikroskobik değerlendirme ile belirlenen çürük dokusunu uzaklaştırma etkinlikleri Kruskal-Wallis testi ile karşılaştırıldı. Mikroskobik inceleme sonucunda saptanan rezidüel

Çürük varlığı açısından, yöntemler arasındaki ikili karşılaştırmalar için Mann-Whitney U testi kullanıldı.

Rezidüel ürük varlığının belirlenmesi için yapılan mikroskobik değerlendirmede, gözlemciler arası uyum Cohen'in Kappa istatistiği ile belirlendi.

Farklı ürük uzaklaştırma yöntemlerinin dentinin kalsiyum ve fosfor miktarına etkisi tek yönlü ANOVA testi ile karşılaştırıldı. Bu yöntemlerin dentinin kalsiyum-fosfor oranı üzerine etkisinin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanıldı.

Elde edilen veriler SPSS paket programı (Statistical Packages of Social Sciences, 10.0, Windows) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Tüm testler için anlamlılık düzeyi  $p=0.05$  olarak alındı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Mikrosertlik Testi

Geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer kullanılarak çürük lezyonlarının uzaklaştırılması ile elde edilen toplam 120 adet örnekteki kavitelere birbirine eşit uzaklıktaki 5 ayrı noktadan 600 adet mikrosertlik ölçümü gerçekleştirildi (Şekil 14). Bu ölçümlerin sonucunda elde edilen ortalama Knoop mikrosertlik değerleri (KHN) ve standart sapmaları Çizelge 5’de görülmektedir. Buna göre, geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer kullanılmasından sonra elde edilen örneklerin ortalama Knoop mikrosertlik değerleri sırasıyla 40.51 km/cm<sup>2</sup>, 33.50 km/cm<sup>2</sup> ve 39.09 km/cm<sup>2</sup> olarak saptandı.

Tek yönlü ANOVA testi, geleneksel ve kemomekanik yöntemler ve Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra elde edilen Knoop mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğunu ortaya çıkardı (p=0.000). Dunnett-C testi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda, çürüğün uzaklaştırılmasında geleneksel yöntem ve Er:YAG lazerin kullanıldığı grupların Knoop mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark saptanmadı (p=0.061). Bununla birlikte kemomekanik yöntemin kullanıldığı grubun Knoop mikrosertlik değerinin, geleneksel yöntemin ve Er:YAG lazerin kullanıldığı grupların Knoop mikrosertlik değerlerinden istatistiksel olarak önemli derecede daha düşük olduğu belirlendi (p=0.000).

**Çizelge 5:** Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait Knoop mikrosertlik değerleri (KHN).

<b>Çürük Uzaklaştırma Yöntemi</b>	<b>n/N</b>	<b>Mikrosertlik (Ort±SS)</b>
Geleneksel Yöntem	40/200	40.51±5.78 <sup>a</sup>
Kemomekanik Yöntem	40/200	33.50±6.39 <sup>b</sup>
Er:YAG Lazer	40/200	39.09±6.57 <sup>a</sup>

\*Aynı harfle gösterilen mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (Dunnett-C testi,  $p<0.05$ ), n; örnek sayısı, N; bir gruptaki toplam ölçüm sayısı, Ort; ortalama, SS; standart sapma.

#### **4.2. Gözlemciler Arası Uyum**

Mikrosertlik ölçümünde kullanılan toplam 120 adet örnekten elde edilen 120 adet kesitin stereomikroskop altındaki görüntüsünden alınan fotoğraflar, rezidüel çürük varlığı açısından farklı zamanlarda iki gözlemci tarafından incelendi. Çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait her iki gözlemcinin ‘rezidüel çürük yok’ veya ‘rezidüel çürük var’ kararı verdikleri örnekler için stereomikroskop görüntüleri Şekil 15 ve 16’da gösterilmiştir.

Buna göre gözlemcilerin, geleneksel yöntemle çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerin %100’ünde, kemomekanik yöntemle ve Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı örneklerin ise %95’inde aynı kararı verdiği belirlendi. Rezidüel çürük teşhisi ile ilgili görüş farkı oluşan örnekler, iki gözlemci tarafından birlikte tekrar değerlendirilerek ortak bir karara varıldı.

Gözlemciler arası Kappa analizi skorları ve Kappa değerlerine ait yorumlar Çizelge 6 ve 7’de gösterilmiştir. Kohen’in Kappa analizi, geleneksel ve kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazerle çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerde rezidüel çürük bulunması ile ilgili her iki gözlemci arasındaki uyumun mükemmel yakın olduğunu ortaya çıkardı ( $\kappa=0.815$ ).

**Çizelge 6:** Rezidüel çürük teşhisinde gözlemciler arası uyum.

Gözlemciler	Kappa ( $\kappa$ )	Standart Sapma	Güven Aralığı % 95	
			Alt Limit	Üst Limit
A-B	0.815	0.301	0	1

**Çizelge 7:** Kappa değerleri ve gözlemci uyumuna ilişkin yorumları.

Kappa Değeri	Yorumu
<0.00	Kötü
0.00-0.20	Önemsiz
0.21-0.40	Fena değil
0.41-0.60	Orta
0.61-0.80	Oldukça iyi
0.81-1.00	Mükemmele yakın

### 4.3. Mikroskobik Değerlendirme

Geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer kullanılarak çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra rezidüel çürük teşhisi için stereomikroskop ile yapılan değerlendirmeye ait bulgular Çizelge 8’de gösterilmiştir. Buna göre, çürüğün uzaklaştırılmasında geleneksel yöntemin kullanıldığı 40 örneğin 2 tanesinde (%5), kemomekanik yöntemin kullanıldığı 40 örneğin 8 tanesinde (%20) ve Er:YAG lazerin kullanıldığı 40 örneğin 2 tanesinde (%5) rezidüel çürük saptandı.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede, mikroskobik incelemeler sonucunda geleneksel ve kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazerin çürük dokusunu uzaklaştırma etkinlikleri arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıktı (Kruskal-Wallis,  $p=0.037$ ). Mann-Whitney U testi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda, çürük uzaklaştırma etkinliği açısından geleneksel yöntem ile ve Er:YAG lazer arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p=1.000$ ). Kemomekanik yöntemle

çürüğün uzaklaştırıldığı grupta ise, kavite tabanında rezidüel çürük teşhis edilen örnek sayısının geleneksel ve Er:YAG lazerle çürüğün uzaklaştırıldığı gruplardaki çürük teşhis edilen örnek sayısından daha fazla olduğu belirlendi. Kemomekanik yöntemin çürük dokusunu uzaklaştırma etkinliği ile geleneksel yöntemin ve Er:YAG lazerin çürük dokusunu uzaklaştırma etkinliği arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı (Mann-Whitney U, p= 0.044).

**Çizelge 8:** Mikroskobik inceleme sonucunda rezidüel çürük saptanan diş sayısının ve yüzdelerinin gruplara göre dağılımı.

<b>Çürük Uzaklaştırma Yöntemi</b>	<b>Örnek Sayısı (n)</b>	<b>Rezidüel Çürük Saptanan Örnek Sayısı</b>
Geleneksel Yöntem	40	2 (%5) <sup>a</sup>
Kemomekanik Yöntem	40	8 (%20) <sup>b</sup>
Er:YAG Lazer	40	2 (%5) <sup>a</sup>

\*Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (Mann-Whitney U testi, p<0.05).

### **4.3. Kimyasal Analiz**

Çürüğün uzaklaştırılmasından sonra kalan dentinde ağırlıkça kalsiyum ve fosfor miktarlarının hesaplanması için yapılan SEM-EDS ölçümü, kavite tabanının 25 µm altından ve her örnekten 3 ölçüm olmak üzere toplam 45 ölçüm alınarak gerçekleştirildi. Dentin dokusundaki çürük lezyonlarının geleneksel ve kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer ile uzaklaştırılmasından sonra gerçekleştirilen atomik analize ait bulgular Çizelge 9’da gösterilmektedir. Örneklerle ait taramalı elektron mikroskop fotoğrafları ve kalsiyum ve fosfor miktarlarının belirlendiği SEM-EDS spektrumu sırasıyla Şekil 17 ve 18-20’de sunulmuştur.

Geleneksel yöntemle, kemomekanik yöntemle ve Er:YAG lazerle çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen örneklerdeki dentin dokusundaki ağırlıkça kalsiyum (Ca) miktarları ortalaması sırasıyla 44.68, 37.03 ve 38.85’dir (Çizelge 9). Yapılan istatistiksel değerlendirmede, geleneksel ve kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer ile çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerde dentin dokusundaki ağırlıkça

kalsiyum miktarı arasında anlamlı bir fark saptanmadı (Tek yönlü ANOVA, p= 0.483).

Geleneksel yöntemle, kemomeknik yöntemle ve Er:YAG lazerle çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra belirlenen dentin dokusundaki ağırlıkça fosfor (P) miktarları ortalaması sırasıyla 55.76, 62.95 ve 61.15'tir (Çizelge 9). Tek yönlü ANOVA testi, geleneksel ve kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer ile çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerde dentin dokusundaki ağırlıkça fosfor miktarı arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya çıkardı (Tek yönlü ANOVA, p= 0.525).

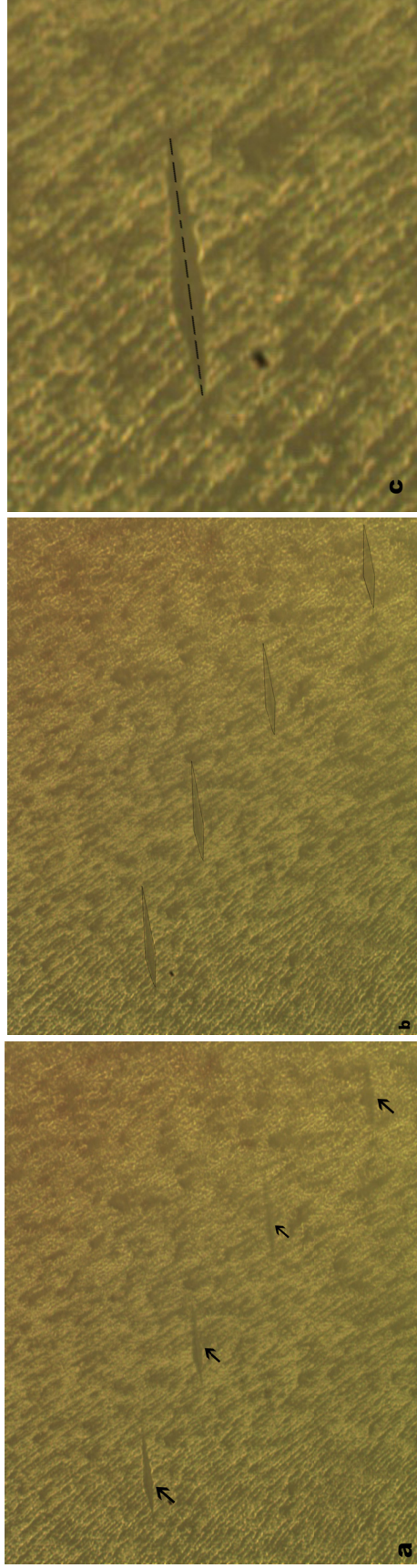
Geleneksel yöntemle, kemomekanik yöntemle ve Er:YAG lazerle çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra elde edilen örnekteki ortalama Ca/P oranları ise sırasıyla 0.91, 0.86 ve 0.78'dir. (Çizelge 9).Çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra dentin dokusundan alınan ölçümler sonucunda geleneksel yöntem, kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer ile çürüğün uzaklaştırıldığı gruplardaki Ca/P oranları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlendi (Kruskal-Wallis , p= 0.377).

**Çizelge 9:** Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerine ait atomik analiz sonucu elde edilen ağırlıkça Ca ve P yüzdeleri ve Ca/P oranları.

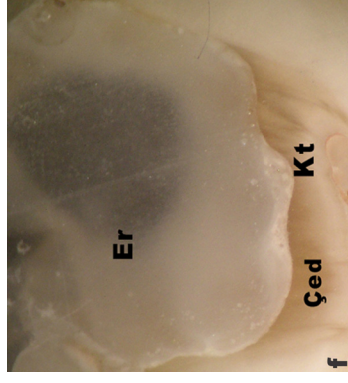
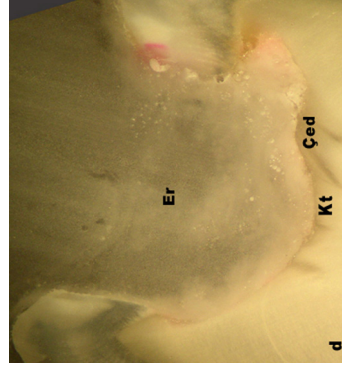
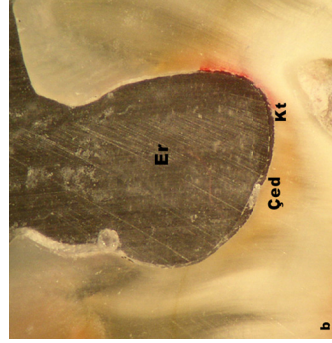
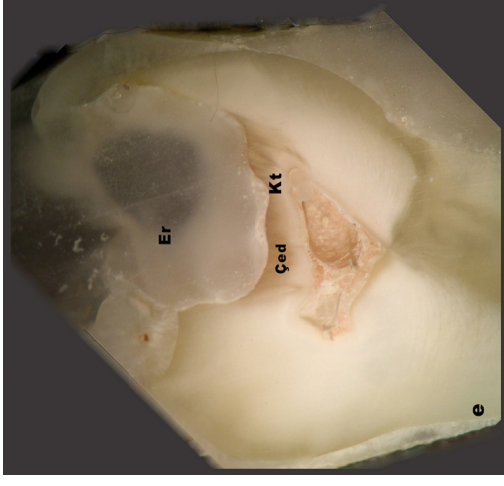
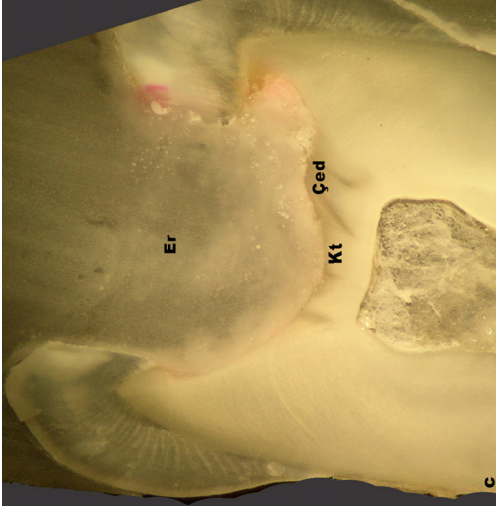
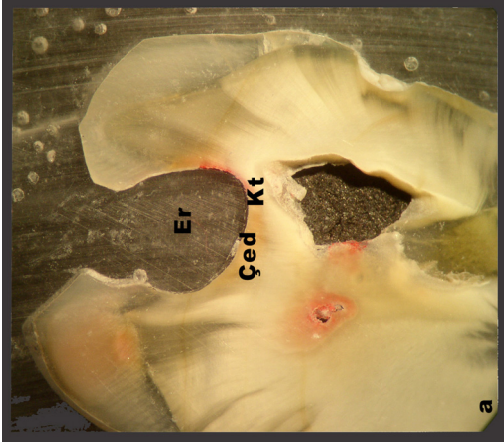
<b>Çürük Uzaklaştırma Yöntemi</b>	<b>n/N</b>	<b>Ca (Ort±SS)</b>	<b>P (Ort±SS)</b>	<b>Ca/P (Ort±SS)</b>
Geleneksel Yöntem	5/15	44.68±13.40	55.76±13.18	0.91±0.50
Kemomekanik Yöntem	5/15	37.03±11.72	62.95±11.68	0.86±0.91
ER:YAG Lazer	5/15	38.85±12.87	61.15±17.87	0.78±0.54

\*Gruplar arasında ağırlıkça kalsiyum, fosfor değerleri ve Ca/P oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (Tek yönlü ANOVA ve Kruskal-Wallis testi, p<0.05), n; örnek sayısı, N; bir gruptaki toplam ölçüm sayısı, Ca; kalsiyum, P; fosfor.

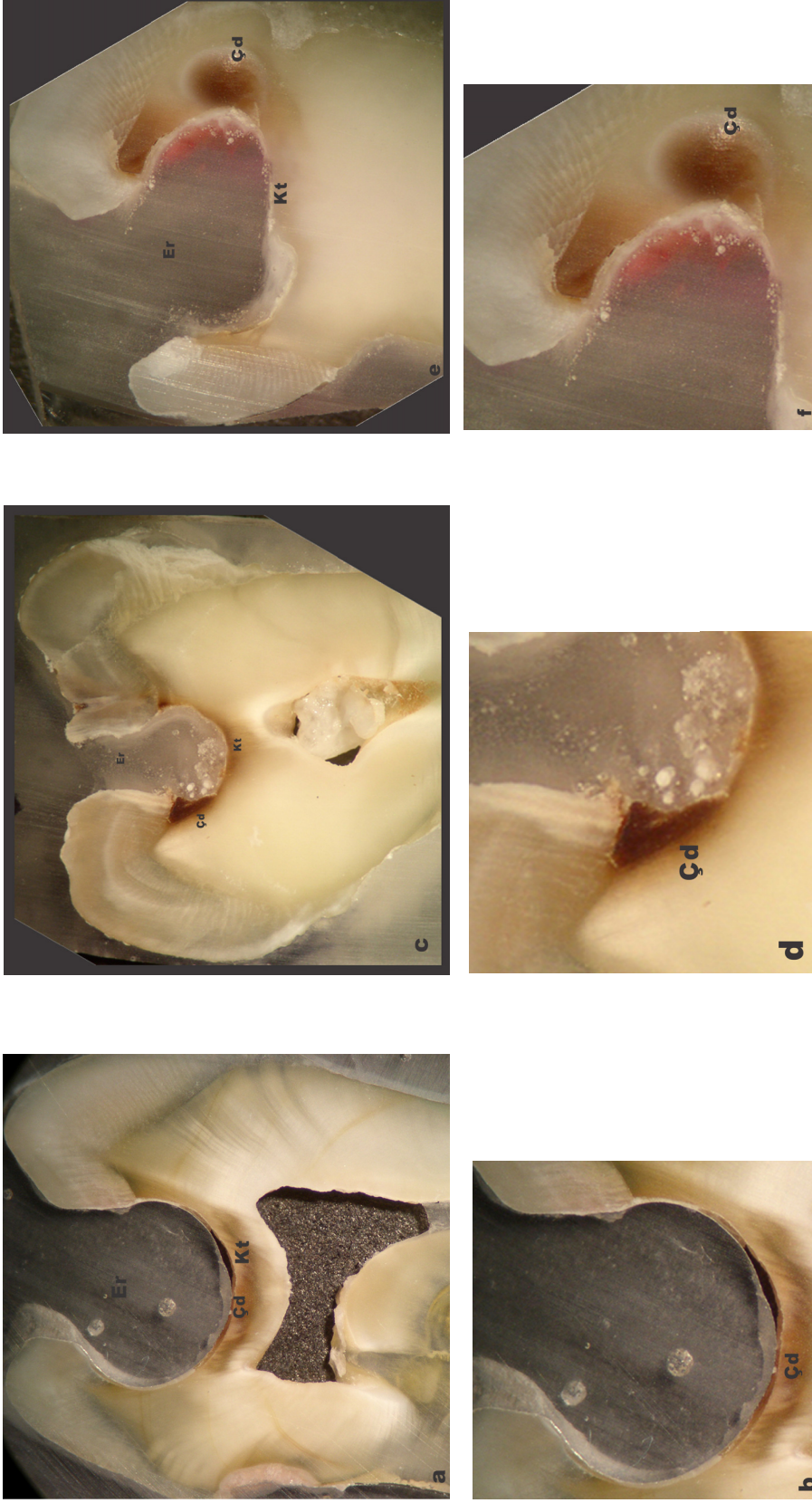




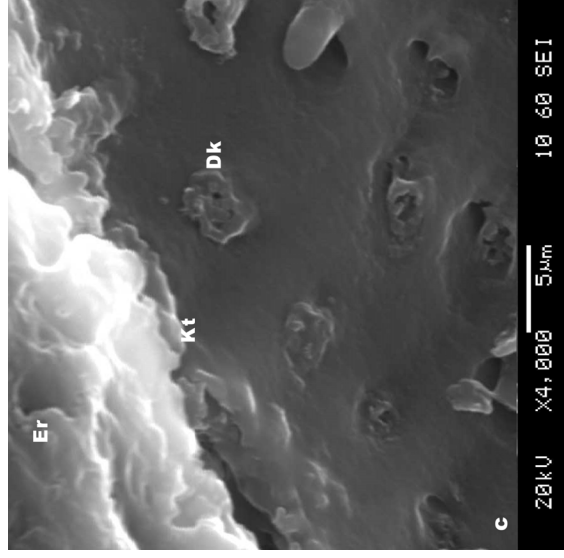
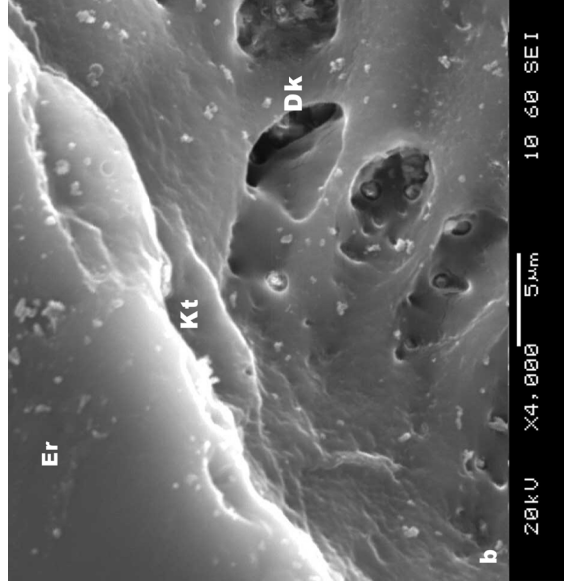
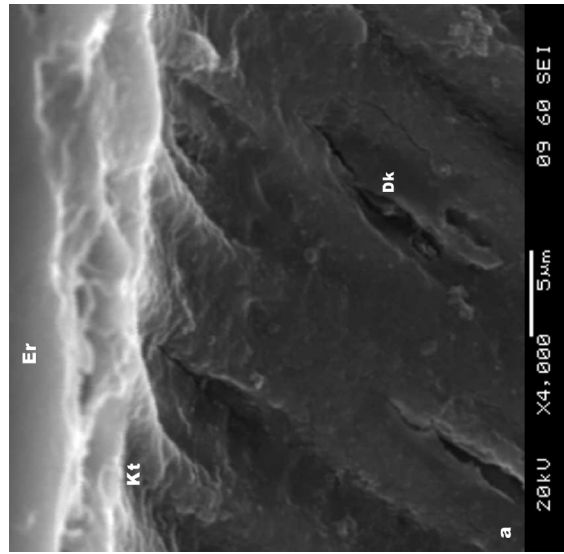
**Şekil 14: (a)** Er:YAG lazerle çürük dokusunun uzaklaştırıldığı bir örnek yüzeyinde Knoop uç tarafından oluşturulan izlerin görüntüsü ok ile işaretlenmiştir (Olympus Bx41, Tokyo, Japonya, x50 büyütme). **(b)** Tüm ölçümler kavite tabanının 25 µm altından elde edilmiş ve her dişten beş ölçüm alınmıştır. Mikroskopta görüntü alınabilen en düşük büyütmede (x50) beş tane iz aynı anda görülememiş olduğundan dolayı resimde dört tane iz gözlenmektedir. Dentin dokusunda oluşan izler, kavite tabanının, dentinin her bölgesinde aynı derinlikte olmaması nedeniyle aynı hızda yer almamaktadır. **(c)** Knoop uç tarafından oluşturulan bir izin büyütülmüş görüntüsü izlenmektedir. Mikrosertlik ölçümü, mikroskop ekranındaki yatay çizgilerin, yaklaşık eşkenar dörtgen şeklinde oluşan izle ait köşegenin iki ucuna yerleştirilmesiyle, köşegen uzunluğunun ölçülmesi sonucu elde edilmiştir.



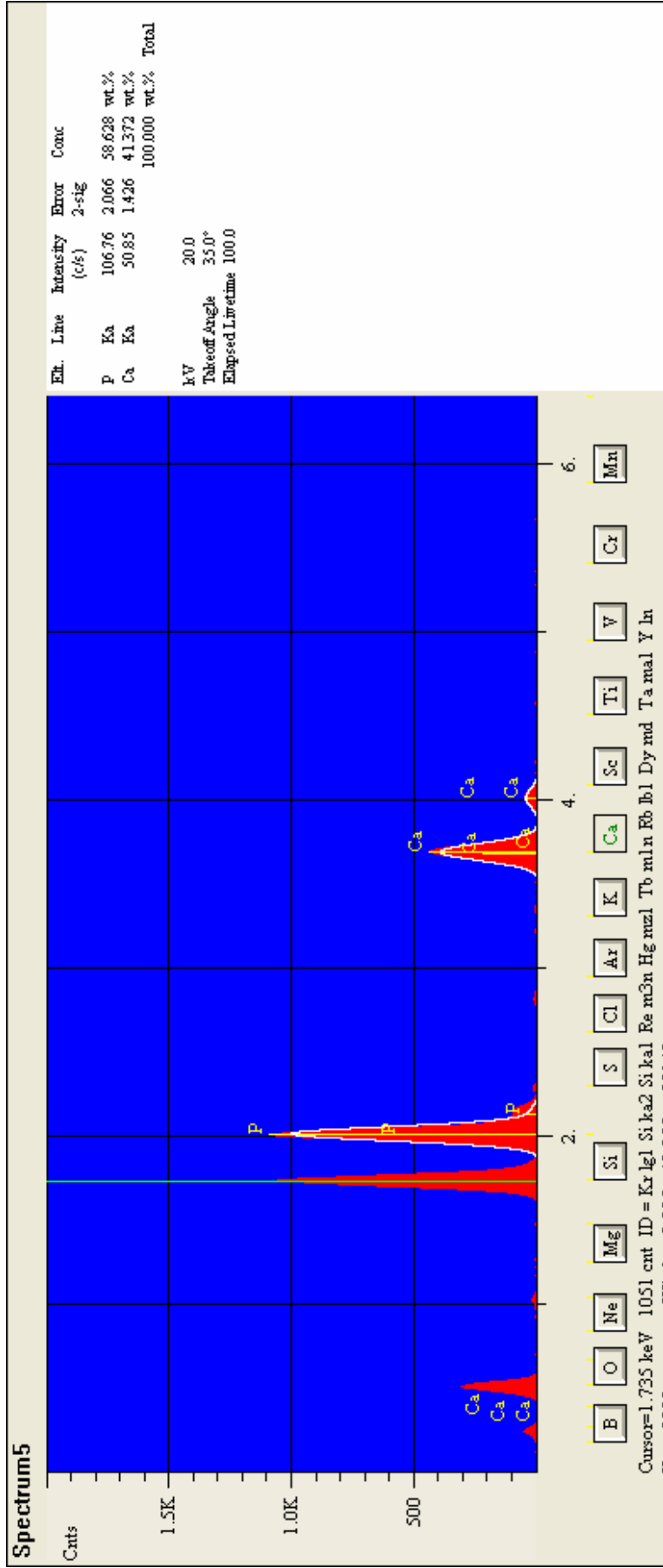
**Şekil 15:** Çürük dokusunun geleneksel yöntem (a) kemomekanik yöntem (c) ve Er:YAG lazer (e) ile uzaklaştırıldığı ve her iki gözlemci tarafından rezidual çürük olmadığına karar verilen epoksi rezine gömülü 0.4 mm kalınlığındaki diş kesitlerinin stereomikroskoptaki görüntüleri (100x1.1 büyütme). Resimlerde kavite tabanında koyu kahverengi-siyah renkli çürükten etkilenmiş dentin dokusu gözlemlendi. (b,d,f) Aynı örneklere ait resimlerde çürükten etkilenmiş dentin bölgesinin büyütülmüş görüntüleri. Çürükten etkilenmiş dentin dokusunun, çürük dentin dokusundaki gibi poröz ve düzensiz bir yapıya sahip olmadığı stereomikroskop yardımıyla alınan fotoğraflarda görülmektedir. Çed; çürükten etkilenmiş dentin, Er; epoksi rezin, Kt; kavite tabanı.



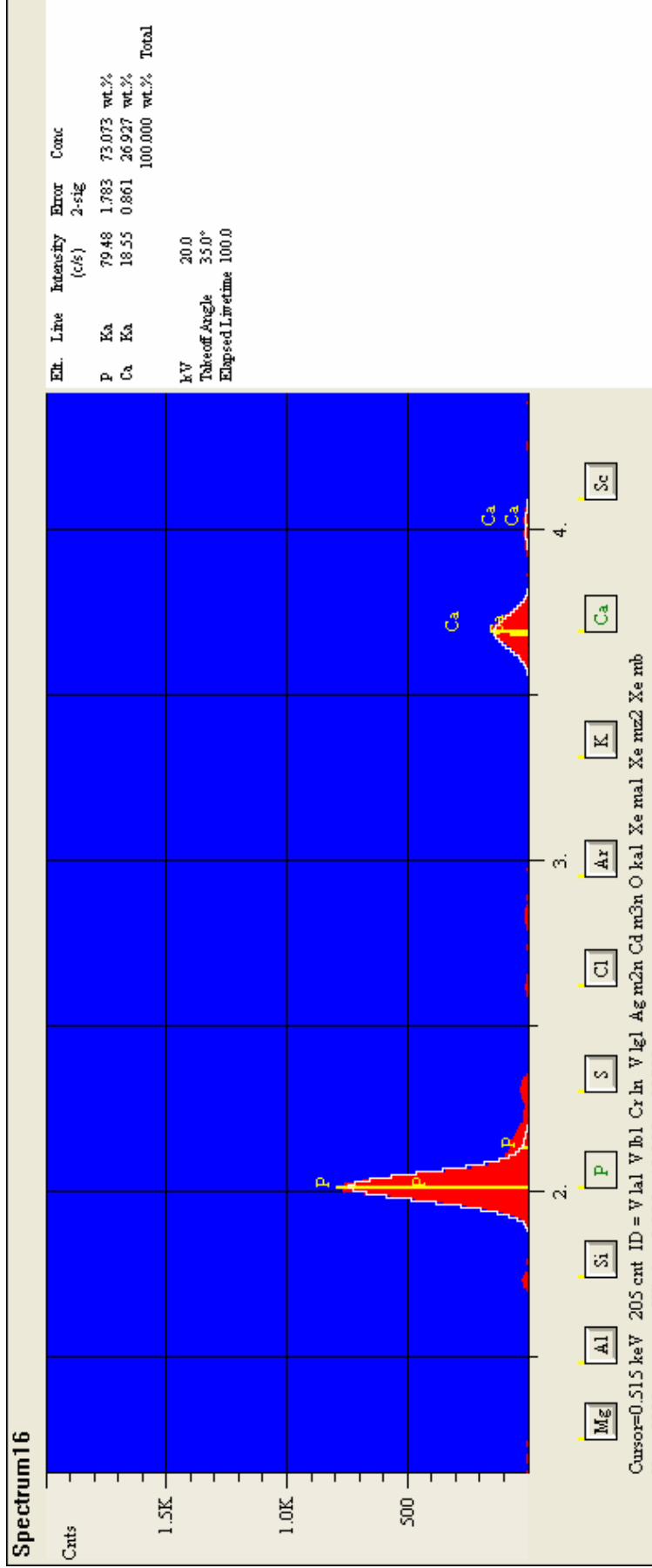
**Şekil 16:** Çürük dokusunun geleneksel yöntem (a) kemomekanik yöntem (c) ve Er:YAG lazer (e) ile uzaklaştırıldığı ve her iki gözlemci tarafından rezidüel çürük olduğuna karar verilen epoksi rezine gömülü 0.4 mm kalınlığındaki diş kesitlerinin stereomikroskoptaki görüntüleri (100x1.1 büyütme). Rezidüel çürük saptanan dentinde koyu kahverengi renkte alanlara rastlandı. (b,d,f) Aynı örneklerle ait resimlerde rezidüel çürük saptanan bölgelerin büyütülmüş görüntüleri. Bu bölgedeki dentinin poröz ve düzensiz yapısı stereomikroskop yardımıyla alınan fotoğraflarda görülmektedir. Çd; çürük dentin, Er; epoksi rezin, Kt; kavite tabanı.



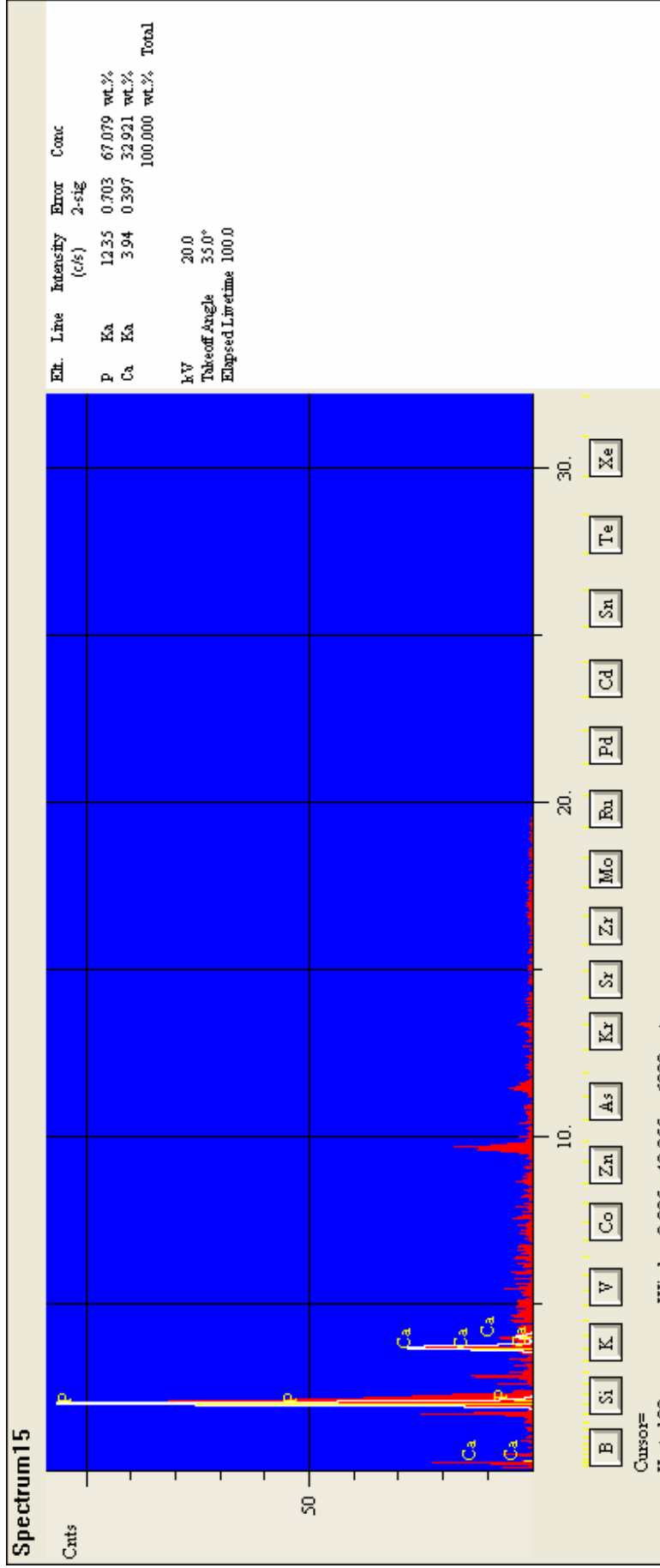
**Şekil 17:** Çürük dokusunun geleneksel yöntem (a) kemomekanik yöntem (b) ve Er:YAG lazer (c) ile uzaklaştırıldığı ve ağırlıkça kalsiyum ve fosfor miktarları grup ortalamasına yakın olan örneklerin dentin yüzeyine ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri (SEM). Tüm fotoğraflar aynı büyütmeye alınmıştır (x4000). SEM-EDS ölçümü kavite tabanının 25 µm altından ve rastgele seçilen üç ayrı noktadan yapılmıştır. Er; epoksi rezin, Kt; kavite tabanı, Dk; Dentin kanalı.



**Şekil 18:** Çürük dokusunun geleneksel yöntem ile uzaklaştırıldığı örneğe ait kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) miktarlarının belirlendiği SEM-EDS spektrumu ve atomik analiz sonucuna ait fotoğraf. Spektrumda Ca ve P elementlerinin peak noktaları izlenmektedir. Peak genişliği Ca ve P miktarını belirlemektedir. Ağırlıkça kalsiyum ve fosfor miktarları grup ortalamasına yakın olan bu örnekte, atomik analiz sonucunda dentin dokusunda saptanan Ca miktarının % 58.63 ve P miktarının % 41.37 olduğu görülmektedir.



**Şekil 19:** Çürük dokusunun kemomekanik yöntem ile uzaklaştırıldığı örneğe ait kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) miktarlarının belirlendiği SEM-EDS spektrumu ve atomik analiz sonucuna ait fotoğraf. Spektrumda Ca ve P elementlerinin peak noktaları izlenmektedir. Peak genişliği Ca ve P miktarını belirlemektedir. Ağırlıkça kalsiyum ve fosfor miktarları grup ortalamasına yakın olan bu örnekte, atomik analiz sonucunda dentin dokusunda saptanan Ca miktarının % 73.07 ve P miktarının % 26.93 olduğu görülmektedir.



**Şekil 20:** Çürük dokusunun Er:YAG lazer ile uzaklaştırıldığı bir örneğe ait kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) miktarlarının belirlendiği SEM-EDS spektrumu ve atomik analiz sonucuna ait fotoğraf. Spektrumda Ca ve P elementlerinin peak noktaları izlenmektedir. Peak genişliği Ca ve P miktarını belirlemektedir. Ağırlıkça kalsiyum ve fosfor miktarları grup ortalamasına yakın olan bu örnekte, atomik analiz sonucunda dentin dokusunda saptanan Ca miktarının % 67.08 ve P miktarının % 32.92 olduğu görülmektedir.

## 5. TARTIŞMA

Çürük lezyonları içeren dişlerde yapılan kavite preparasyonunun amaçlarından biri de enfekte dentin dokusunu uzaklaştırmaktır (Kidd et al., 1996). Çürük dokusunun ekskavasyonu geleneksel olarak mekanik prensipler kullanılarak frezler ve ekskavatörler gibi keskin kenarlı el aletleri ile yapılmaktadır (Magalhães et al., 2006). Bununla birlikte son yıllarda geleneksel yöntemlere alternatif olarak pek çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler; air-abrazyon, ultrasonik enstrümanların kullanımını, sono-abrazyon, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemleri ve lazerler olarak sayılabilir. Tüm bu tekniklerin ortak amacı, çürük dokusunu sağlam diş sert dokularının gereksiz kaybına neden olmadan uzaklaştırmak ve preparasyon sırasında hastanın ağrı duyması olasılığını en aza indirmeyi başarmak olmaktadır (Flückiger et al., 2005).

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliği klinik ve laboratuvar çalışmaları ile değerlendirilmektedir. Klinik çalışmaların önemli olmasının nedeni ağız ortamını taklit etmeleridir. Fakat klinik çalışma yapmak zaman alıcıdır ve fazla işgücü gerektirmektedir. Laboratuvar çalışmaları ise daha kısa zamanda yapılabilmektedir ve klinik çalışmalara ışık tutan testlerden oluşmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar; histolojik veya mikroskopik incelemeler, mikrobiyolojik değerlendirmeler, mikrosertlik testleri, yüzeylerin morfolojik ve topografik olarak incelenmeleri ve atomik analizler olarak sıralanabilir (Ashley et al., 1998, Banerjee et al., 1999, Hossain et al., 2002, Yazıcı et al., 2003 ).

Kavite preparasyonu sırasında enfekte dentinin ve enfekte olmayan dentinin belirlenmesinde klinisyenler tarafından sık kullanılan bir yöntem, dentin dokusunun görsel olarak renginin değerlendirilmesidir (Lennon et al., 2002). Çürük tespit boyaları da enfekte dentinin görsel olarak belirlenmesinde kullanılabilir. Bununla birlikte bu boyaların çürüğün uzaklaştırılmasında kullanımının objektif bir değerlendirme sağlamadığı bildirilmiştir. Ayrıca, bu boyaların rehberliğinde çürük dokusunun ekskavasyonunun gereğinden fazla dentin dokusunun uzaklaştırılmasına neden olabileceği saptanmıştır (McComb, 2000). Çalışmamızda çürük tespit



boyalarının kullanımından sonra dentin dokusunda oluşan ve sondun penetre olmadığı açık pembe alanlar uzaklaştırılmadı (Ermış ve ark., 2007). Açık pembe alanların uzaklaştırılması nedeniyle kavite derinleşmesi önlenmiştir. Bu durumun kavite derinliğinin artmasıyla dentinin mikrosertlik değerinin ve kimyasal yapısının değişmesi probleminin üstesinden geldiğini düşünmekteyiz.

Çürük lezyonu içeren dişlerin mikroskopik olarak incelenmesi, enfekte dentin dokusu ile remineralize olma özelliği bulunan dentin dokusunun ayırt edilebilmesini sağlamak için yapılmaktadır (Gurbuz et al., 2008). Laboratuvar çalışmalarında stereomikroskop ve ışık mikroskobu diş sert dokularının büyütülerek incelenmesini sağlamak amacıyla kullanılabilir. Ayrıca konfokal taramalı elektron mikroskobu ile diş sert dokularının incelenmesi sırasında üç boyutlu bir görüntü elde edilebilmektedir (Watson, 1999).

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliğinin araştırıldığı laboratuvar çalışmalarında, kavitede kalan dentin dokusunun sertliği incelenmekte ve bu ölçümler için mikrosertlik cihazlarından yararlanılmaktadır. Dentin dokusunun mikrosertlik değeri, dokunun her milimetrekaresindeki kalsifiye matris miktarı ile ilişkilidir. Bu değer, diş sert dokularındaki mineral kaybını veya mineral artışını gösterebilmektedir (Çelik et al., 2008).

Çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra kalan diş sert dokularının yüzey özelliklerinin değerlendirildiği *in vitro* çalışmalarda pek çok teknik kullanılmaktadır. Morfolojik değerlendirmelerin yapılabilmesi amacıyla ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılırken, atomik analizlerin yapılmasında SEM-EDS analizi kullanılmaktadır (Kinoshita et al., 2003).

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda geleneksel, kemomekanik ve Er:YAG lazerin çürük dokusunu uzaklaştırma etkinlikleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bununla birlikte yaptığımız literatür incelemesine göre, bu üç çürük uzaklaştırma yönteminin etkinliğini birlikte değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Geleneksel, kemomekanik ve Er:YAG lazerin çürük uzaklaştırma etkinliklerini belirlemek ve bu yöntemlerin dentinin kompozisyonu üzerine etkilerini incelemek amacıyla yaptığımız bu çalışmanın çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılacak en uygun yöntemin belirlenmesinde önemli olduğu düşüncesindeyiz. Bu nedenle yapmış olduğumuz laboratuvar çalışmasında geleneksel ve kemomekanik

yöntemler ve ER:YAG lazeri kapsayan üç farklı çürük uzaklaştırma yöntemi kullanılarak çürük lezyonları uzaklaştırılmıştır. Bu yöntemlerin enfekte dentin dokusunu uzaklaştırabilme etkinlikleri mikrosertlik ölçümü ve mikroskopik incelemeyle ve dentinin kompozisyonu üzerine olan etkisi ise SEM-EDS ölçümüyle incelenmiştir.

## **5.1. Test Metodolojisi**

### **5.1.1. Mikrosertlik Testi**

İnsan dişlerinin sertliğinin değerlendirilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemlerin içinde en çok kullanılan mikrosertlik ve nanosertlik ölçüm yöntemleridir (Salazar and Gagsa, 2003). Mikrosertlik testi, diş sert dokularındaki demineralizasyonun ve remineralizasyonun değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Mikrosertlik ölçümünde genellikle *Knoop* ve *Vickers* adı verilen uçlar kullanılmaktadır. Her iki uç için de ölçüm işlemleri benzer olmasına rağmen kullanım alanları ve izlerin değerlendirilmesi arasında farklılıklar bulunmaktadır. *Vickers* uç, *Knoop* uca oranla yaklaşık iki kat daha fazla derine penetre olmaktadır. Köşegen uzunluğu *Knoop* ucun yatay köşegenlerinin üçte biri kadardır. *Vickers* uçlar, ölçüm yapılacak olan maddenin yüzey özelliklerinden daha çok etkilenmektedir ve ölçüm hatalarına daha hassastır. *Knoop* uç, daha kırılğan örneklerde ve ince kesitlerdeki mikrosertlik ölçümlerinde tercih edilmektedir. Dişhekimliği alanında yapılan laboratuvar çalışmalarında her iki ucun da kullanıldığı gözlenmektedir. Dentinin mikrosertliğinin *Knoop* ve *Vickers* uç kullanılarak karşılaştırıldığı bir çalışmada, yaklaşık olarak aynı sertlik değerleri elde edilmiştir (Salazar and Gasga, 2003). Ancak çalışmalarda dentin örneklerinin kırılğanlığı göz önüne alındığında, mikrosertlik ölçümünde *Knoop* ucun kullanımının daha uygun olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmamızdaki mikrosertlik ölçümlerinde *Knoop* uç kullanılmıştır.

Literatürde mikrosertlik ölçümü sırasında uygulanacak yükün dentin dokusundan elde edilecek mikrosertlik değerlerini etkileyebileceği ile ilgili görüşler bulunmaktadır. Ayrıca aynı bölgeye farklı kuvvetlerin uygulanmasının mikrosertlik değerini değiştirebildiği de rapor edilmiştir. Yine uygulanan kuvvetin artmasının mine dokusunun mikrosertlik değerinin artmasına yol açarken, dentin dokusunun

mikrosertlik değerinin azalmasına yol ağtığı saptanmıştır (Corrêa et al., 2007). Bazı çalışmalarda, mikrosertlik lümünde *Knoop* uç kullanılması planlanıyor ise çürük dentin dokusuna 10 gr yükün 30 sn ve sağlam dentin dokusuna 25 gr yükün 30 sn uygulanması gerektiği bildirilmiştir. Sözü edilen bu yükler, *Knoop* ucun örnek üzerine uygulanması sırasında izin çevresinde minimum seviyede kırığa yol açabilmektedir (Hara et al., 2002). Bununla birlikte uygulanan yükün büyüklüğünün dentinin *Knoop* mikrosertlik değerini etkilemediğini rapor eden bir *in vitro* alışmada da bulunmaktadır (Corrêa et al., 2007). Sonuç olarak, çürük uzaklaştırma yöntemlerinin dentinin mikrosertliğine etkisinin incelendiği pek çok çalışmada dentin örneklerine 50 g yük 15 s süreyle uygulanmıştır (Aoki et al., 1998, Hossain et al., 2002). Çalışmamızda yükün büyüklüğünün dentinin *Knoop* mikrosertlik değerini etkilemesini önlemek ve elde edilen sonuçların diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılabilmesi amacıyla, tüm dentin örneklerinin mikrosertlik ölçümünde 50 gr yük 15 sn uygulanmıştır.

Mikrosertlik testleri, genellikle ölçümü yapılacak olan materyallere metalografik polisaj yapıldıktan sonra gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte ince, düz ve levha benzeri yüzeyinin düzgün olduğu materyallere, herhangi bir preparasyon veya metalografik polisaj işlemine tabi tutulmadan da mikrosertlik ölçümü gerçekleştirilebilir. Polisajın gerekli olup olmadığının materyale ve yapılacak testte uygulanması planlanan yüke bağlı olduğu belirtilmektedir. İdeal bir yüzeyin, iyi yapılmış bir metalografik polisaj ile elde edildiği belirtilmektedir. (Hanke, 2006). Çalışmamızda da, mikrosertlik testinin uygulanacağı dentin örneklerinin yüzeylerinin daha düzgün bir hale getirilmesi için tüm gruptaki örneklere otomatik bir polisaj cihazında metalografik polisaj işlemi uygulanmıştır. Böylelikle yüzey pürüzlülüğünün mikrosertlik ölçümlerine yapacağı olumsuz etki önlenmiştir.

Meredith et al. (1996) ve Hosaya et al. (2000) alışmalarında, dentinin mikrosertlik değerinin mine-dentin birleşiminden uzaklařtıķa azaldığını bildirmişlerdir. Pashley et. al. (1985), daimi dişlerdeki dentinin mikrosertlik değerinin kavite derinleştikçe dentin tübüllerinin sayısındaki artış ile ters orantılı olarak değiştiğini rapor etmiştir. Bununla birlikte başka bir çalışmada, dentinin mikrosertlik değerinin pulpa odasına yaklařtıķa azalmasının bu bölgelerde tübül sayısının artışına bağlı olmadığını ve intertübüler dentinin sertliğinin değişmesi

nedeniyle oluştuğu iddia edilmiştir (Hosoya and Marshall, 2004). Geleneksel, kemomekanik ve Er:YAG lazerin dentinin mikrosertliğine etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptığımız bu *in vitro* alışmada, dentinin 2/3'ünü içeren Sınıf 1 ürük lezyonları bulunan dişler kullanılmıştır. Tüm dişler çalışmaya dahil edilmeden önce görsel ve radyografik olarak değerlendirilerek kavite preparasyonu sonucunda aynı derinlikte kavitelerin elde edilmesi sağlanmıştır. Böylelikle dentinin farklı derinliklerinden farklı mikrosertlik değerlerinin elde edilmesi olasılığı azaltılmaya çalışılmıştır.

Bazı araştırcılar tarafından molar dişlerdeki mine ve dentin dokusunun mikrosertlik değerlerinin kanin ve keser dişlerdeki mine ve dentin dokusunun mikrosertlik değerlerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda, mikrosertlik değerlerinin farklı tipteki daimi dişlerin kullanımından etkilenmediği rapor edilmiştir (Correa et al., 2007). Yaptığımız testlerde aynı özellikte dentin örnekleri elde edebilmek için sadece molar dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

### **5.1.2. Mikroskobik Değerlendirme**

Çürük dokusunun uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesinde mikrosertlik ölçümü ve mikroskobik inceleme altın standart olarak kabul edilmiştir. Mikroskobik incelemelerde çekilmiş dişler kullanılmaktadır ve bu incelemelerin yapılabilmesi amacıyla dişlerden kesitler alınmaktadır. Yapılan çalışmalarda ışık mikroskobunun genellikle dentin tübüllerindeki enfeksiyonu belirlemek amacıyla kullandığı görülmektedir (Lennon et al., 2006). Konfokal lazer taramalı mikroskobu, çürük dentin dokusunun floresans özelliğinin ölçülebilmesine olanak sağlamaktadır. Dokunun floresanslığının tayini yüksek oranda enfekte olmuş dentin ile çürükten etkilenmiş dentinin ayırt edilebilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle konfokal lazer taramalı mikroskobu histolojik çalışmalarda dentin çürüğünün uzaklaştırılmasından sonra rezidüel çürük teşhisinin yapılabilmesi amacıyla kullanılabilir (Banerjee et al., 2003). Bununla birlikte konfokal lazer taramalı mikroskobu dental çalışmalarda yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu mikroskoplar histolojik çalışmalarda floresanslık sağlayan boyalar ile birlikte sıklıkla aproksimal çürüklerin teşhisinde kullanılmıştır (Ricketts, 1998).

Literatürde, oklüzal çürüklerin teşhisinde altın standart olarak kullanılan teknikleri karşılaştıran çok az çalışma bulunduğu görülmektedir. Yapılan bir *in vitro* çalışmada diş kesitlerinin; stereomikroskop, konvansiyonel radyografik teknikler, mikroradyografi ve çıplak gözle değerlendirilmesi yöntemlerinin çürük teşhisindeki doğruluğu karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, sağlam ve çürük dişlerin değerlendirilebilmesinde en güvenilir yöntemin kesitlerin stereomikroskop ile incelenmesi olduğu saptanmıştır (Ricketts, 1998).

Yaptığımız bu *in vitro* çalışmada mikroskopik incelemeler stereomikroskop kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çürük dokusu farklı yöntemlerde uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen 0.4 mm kalınlığındaki ince kesitlerdeki rezidüel çürüğün incelenmesi, iki gözlemci tarafından farklı zamanlarda incelenmiştir. Çalışmanın bu aşamasında iki gözlemci arasındaki fikir birliği değerlendirilmiştir. Gözlemciler, inceledikleri örneklerin hangi yönteme ait olduklarından habersiz olarak değerlendirme yapmışlardır.

Gözlemcilere bağlı hataların ve çelişkilerin dişhekimliği pratiğinde yapılan çalışmaların bir parçası olduğu ve ortadan kaldırılmasının güç olduğu bilinmektedir. Gözlemciler arasındaki uyumun değerlendirilmesi çeşitli şekillerde mümkün olmaktadır. Bunlardan bir tanesi, gözlemcilerin skorları arasında yüzde hesaplanarak uzlaşmanın hesaplanması, diğeri istatistiksel değerlendirme (Cohen'in Kappa analizi) yapılması ve bir diğeri de gözlemcilerin tartışarak ortak karara varmasıdır. Böylelikle araştırmalarda yapılan değerlendirmelerin zor olduğu durumlar veya hakkında karar verilemeyen durumlarda gözlemciler arasındaki varyasyonların en aza indirilmesi sağlanmaktadır (Halse, 1986).

Çalışmamızda yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda (Cohen'in Kappa analizi) sonucunda, stereomikroskop altında incelenen kesitlerden alınan fotoğraflardan elde edilen görüntülerdeki rezidüel çürük varlığının saptanmasında, iki gözlemci arasındaki uyumun mükemmel yakın olduğu gözlenmiştir (Kappa değeri: 0.815). Çalışmamızda saptadığımız iki gözlemci arasındaki uyumun mükemmel yakın olması, çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde stereomikroskopların kullanılabilmesinin bir göstergesi olabilir.

### 5.1.3. Kimyasal Analizi

Diş sert dokularının elemental analizi; *Fourier Transform Raman Spektroskopisi (FT)*, *Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR)*, *Lazer Ablasyon İdükleyici-Çift Plazma Kütle Spektrometresi (LA-ICP-MS)* veya *Enerji Dağılımsal X-Işını Spektroskopi Analizi (EDS veya EDAX)* gibi yöntemler ile yapılabilmektedir (Arvidsson et al., 2002). Literatürde, çürük uzaklaştırıldıktan sonra diş sert dokularında oluşan morfolojik ve yapısal değişiklikler çalışmalarda genellikle SEM-EDS analizi ile değerlendirilmiştir. EDS örneklerin elemental yapısının nitelik ve nicelik açısından değerlendirilebilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem yardımıyla diş sert dokularının inorganik yapısındaki hidroksi apatitlerdeki kalsiyum (Ca), fosfor (P) miktarı ve kalsiyum-fosfor oranı (Ca/P) değerlendirilebilmesi mümkün olmaktadır (Çelik et al., 2008).

Çalışmamızda geleneksel yöntemin, kemomekanik yöntemin ve Er:YAG lazerin diş sert dokularında element düzeyinde oluşturduğu değişiklikleri birbirleriyle ve yapılmış olan diğer çalışmalardan elde edilen bulgular ile karşılaştırabilmek amacıyla elemental analiz SEM-EDS ile yapılmıştır.

Çürük uzaklaştırma sürecinin, çekilmiş bir dişin kimyasal yapısında oluşturduğu etki ile fonksiyondaki bir dişin kimyasal yapısında oluşturduğu etkinin aynı olmadığı iddia edilmektedir (Arvidsson., 2001). Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin dentinin kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda yeni çekilmiş olan dişler kullanılmaktadır. Çalışmamızda da *in vitro* şartlarda farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin dişlerin kimyasal yapısına olan etkisinin klinik koşullar ile benzer olmasını sağlamak amacıyla çekildikten sonra en fazla bir buçuk ay bekletilmiş olan dişler kullanılmıştır. Yine mikrosertlik ve mikroskobik değerlendirmede kullanılan örneklerin SEM-EDS analizinde kullanılmamasının tercih edilmesi de aynı nedenle olmuştur.

## 5.2. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikrosertlik Testi ile Değerlendirilmesi

### 5.2.1. Geleneksel Yöntem

Günümüzde çürüğün uzaklaştırılmasında geleneksel yöntem alternatif oluşturabilen ve tedavi sırasında hastaların daha az ağrı duymasını sağlayabilen yöntemlerin, dentinin mikrosertlik değerine etkisinin araştırılması önem kazanmıştır

(Hosaya et al., 2000). Yapılmış olan çalışmalarda çürüğe alternatif oluşturabilecek çürük uzaklaştırma yöntemlerinin mikrosertlik değerine etkisi geleneksel olarak ekskavatörler ile çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen mikrosertlik değerleri ile karşılaştırılmıştır (Flückiger et al., 2005, Magalhães et al., 2006). Literatürden elde edilen bilgilere göre; testlerde kullanılan parametrelerin bizim kullandığımız parametreler ile aynı olduğu çalışmalardan elde edilen mikrosertlik değerlerinin 37.3-66.4 KHN arasında değiştiği gözlenmektedir (Hossain et al., 2002, Aoki et al., 1998). Çalışmamızda da 50 gr yükün 15 sn uygulandığı geleneksel yöntem ile çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerden elde edilen Knoop mikrosertlik değerlerinin diğer çalışmalardan elde edilen değerler ile uyumlu olduğu gözlenmektedir.

Çalışmamızda ise çürük dokusu kemomekanik yöntemle ve Er:YAG lazer ile uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen mikrosertlik değerleri çürüğün geleneksel olarak tungsten karpit rond frezler ile uzaklaştırılmasından sonra elde edilen mikrosertlik değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Geleneksel yöntem ve Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı örneklerin mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu durum Er:YAG lazerlerin, çürük dokusunun uzaklaştırılmasında etkinliği ve güvenilirliği geçmişten günümüze kadar yapılmış pek çok çalışmada ispatlanmış bir yöntem olan geleneksel yöntemle alternatif oluşturabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen en yüksek mikrosertlik değerleri geleneksel yöntemle çürüğün uzaklaştırıldığı dentin örneklerinden elde edilmiştir. Çalışmamızdan elde etmiş olduğumuz bu sonuç ile geleneksel çürük uzaklaştırma yönteminin güvenilirliğini tekrar kanıtlanmıştır.

### **5.2.2. Kemomekanik Yöntem**

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminin çalışma mekanizması, uygulanan jel ile çürük dentin dokusunun yumuşamasının sağlanması ve özel ekskavatörler yardımıyla çürüğün uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. Uygulama sırasında sodyum hipokloritin ve amino asitlerin karıştırılmasıyla N-monokloamino asit elde edilmektedir. N-monokloro asitin, çürük dentindeki yapısı bozulmuş olan

kollajeni etkileyerek ortamdan uzaklaştırdığı iddia edilmektedir (Flückiger et al., 2005).

Günümüzde kemomekanik yöntemler ile çürük dokusunun tamamen uzaklaştırılabileceği konusunda farklı görüşler bulunmaktadır (Flückiger et al., 2005). Kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminin dentinin mikrosertliğine etkisini araştıran pek çok çalışma bulunmaktadır (Hosoya et al., 2000, Flückiger et al., 2005.). Hosain et al. (2003) çalışmalarında çürük lezyonlarını Carisolv kullanarak uzaklaştırdıktan sonra kavite tabanının 25 µm altından 50 gr yük 15 sn uygulayıp dentin dokusunun mikrosertlik değerini ölçmüşlerdir. Ayrıca Carisolv'un dentinin sertlik değerine etkisini değerlendirmek amacıyla aynı örneklerdeki sağlam dentin dokusunun da mikrosertlik değerlerini ölçmüşlerdir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda Carisolv uygulanarak çürüğün uzaklaştırıldığı dentin dokusunun ve sağlam dentin dokusunun mikrosertlik değerleri arasında fark olmadığı rapor edilmiştir. Flückiger et al. (2005) *in vitro* çalışmalarında geleneksel ekskavatörler ve Carisolv kullanarak çürük dokusunu uzaklaştırdıktan sonra mikrosertlik ölçümü yapmışlardır ve istatistiksel değerlendirmeler sonucunda mikrosertlik değerleri arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Buna karşın Magalhaes et al. (2006), yaptıkları *in vitro* çalışmada çürük dokusunu geleneksel olarak ekskavatörler ve kemomekanik yöntem kullanarak uzaklaştırmışlar ve kavite tabanının birbirine eşit uzaklıktaki beş farklı noktasının mikrosertlik değerini ölçmüşlerdir. Çalışmalarında geleneksel olarak ekskavatörler ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerin mikrosertlik değerinin kemomekanik yöntemle çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerden yüksek olduğunu saptamışlardır.

Yukarıdaki çalışmalar ile benzer şekilde çalışmamızda da Carisolv ile çürüğün uzaklaştırıldığı dişlerin mikrosertlik değerinin ( $33.50 \pm 6.39$ ) Er-YAG lazer ( $39.09 \pm 6.57$ ) ve geleneksel olarak tungsten karpit frezler ile ( $40.51 \pm 5.78$ ) çürüğün uzaklaştırıldığı dişlerin mikrosertlik değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Kemomekanik yöntemin kullanımından sonra mikrosertlik değerinde düşme saptanması yöntemin, dentin dokusundaki çürük lezyonlarını etkin olarak uzaklaştıramadığını ve kavitede çürük dokusunun kaldığını düşündürmektedir. Çalışmamızda Carisolv ile dentinin 2/3'ünü kapsayan çürük lezyonlarını içeren dişlerdeki yumuşak dentin dokusunun uzaklaştırılmasının ortalama altı kez Carisolv



jelin uygulanmasını gerektirdiği gözlenmiştir. Çürük dokusunu uzaklaştırmak amacıyla materyali altı kez uygulamanın uzun sürmesi deneyde karşılaştığımız güçlüklerden biridir. Carisolv'un kullanım prosedürünün uzunluğu yorgunluğa yol açabileceğinden, rezidüel çürük dokusunun hekimin dikkatinden kaçması olasılık dahilindedir. Bu durum yöntemin çürük dokusunu etkin olarak uzaklaştıramamasının bir nedeni olabilir.

Kemomekanik yöntemle çürük dokusunun uzaklaştırılması sırasında uygulanan ajanların, çürük dentindeki kollajenle birlikte çürükten etkilenmiş ve yapısal bütünlüğünü korumakta olan kollajeni de etkileyebileceği bildirilmiştir (Cederlund et al., 1999). Çalışmamızda kemomekanik yöntemin kullanıldığı örneklerin mikrosertlik değerinin düşük olmasının nedenlerinden birinin de Carisolv'un çürükten etkilenmiş dentinde sözü edilen gibi bir etki oluşturması olabileceğini düşünmekteyiz. Bu durum da kemomekanik yöntemin çürük dokusunu uzaklaştırma etkinliğinin tam olarak anlaşılması için daha fazla çalışma yapılması gerekliliğini düşündürmektedir.

### **5.2.3. Er:YAG Lazer**

Lazerlerin kullanımı sırasında diş sert dokularının yapısal özellikleri ile birlikte dentin dokusunun mikrosertlik değeri de değişebilmektedir. Lazer cihazından saçılan ışık demeti, dentinin organik komponentlerinin ve içeriğindeki suyun buharlaşmasına yol açabileceğinden dentin dokusunun mikrosertlik değerini artırabilmektedir (Pashley, 1985). Çeşitli araştırmalarda mikrosertlik değerinin artmasının CO<sub>2</sub> ve Nd:YAG lazerlerin kullanımından sonra diş sert dokularının füzyona uğramasından kaynaklanabileceği rapor edilmiştir (Çelik et al., 2008). Bir çalışmada yüksek enerjili lazer ışığının diş sert dokularının mikrosertlik değerinin azalmasına neden olduğunu bildirilmiştir. Tüm bunların aksine erbiyum lazerlerin yeterli su soğutması ile birlikte kullanımının, dentinin mikrosertlik değerini etkilemediğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Çelik et al., 2008).

Aoki et al. (1998) yaptıkları *in vitro* çalışmada, kök çürüklerini geleneksel olarak frez ve Er:YAG lazer ile uzaklaştırmışlardır. Tüm dişlerin kavite tabanının 25 µm altından 50 g yük 15 s uygulandıktan sonra mikrosertlik değerleri ölçülmüştür. Çalışmalarında geleneksel yöntem ve Er:YAG lazer ile çürük dokusunun

uzaklaştırılmasından sonra dişlerin mikrosertlik değerleri arasında fark olmadığı gözlenmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda da geleneksel olarak tungsten karpit frez ve Er:YAG lazerin kullanıldığı örneklerin mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı saptanmıştır. Çalışmamızdan elde etmiş olduğumuz bu sonuç, Er:YAG lazerin çürük dokusunu uzaklaştırmada geleneksel yöntemler kadar etkin olabileceğini düşündürmektedir.

Ayrıca çalışmamızda, literatürden farklı olarak, Er:YAG lazer ve Carisolv kullanılarak çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen mikrosertlik değerleri karşılaştırıldı. Er:YAG lazer kullanılarak çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerin mikrosertlik değeri Carisolv ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerin mikrosertlik değerinden yüksek bulundu ( $p<0.05$ ). Bulunan bu sonuç, Er:YAG lazerin dentin dokusundaki çürük lezyonlarını kemomekanik yöntemden daha başarılı bir şekilde uzaklaştırdığını düşündürmektedir.

Ayrıca yaptığımız laboratuvar çalışmasında Er:YAG lazerin çürük dokusunu kemomekanik yöntemden daha kısa bir sürede fakat geleneksel yöntemeye yakın bir sürede uzaklaştırması da gözlemlerimiz arasındadır. Elde edilen bu sonuçlar, Er:YAG lazerin çürük dokusunun uzaklaştırılmasında kullanımının dişhekimliği pratiğinde yaygınlaşması konusunda umut verici olabileceğini düşündürmektedir.

### **5.3. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Mikroskop ile Değerlendirilmesi**

#### **5.3.1. Geleneksel Yöntem**

Dişhekimliğinde çürük dokusunun dönen enstrümanlar ve frezler ile uzaklaştırılması bilinen en eski mekanik yöntemdir (Samayaranake, 1998). Çürük dokusunu geleneksel olarak frezlerle uzaklaştırma yönteminin etkinliği pek çok çalışmada doğrulanmıştır (Cederlund et al., 1999). Gürbüz et al. (2008) çalışmalarında geleneksel yöntemle çürük dokusunu uzaklaştırdıkları 10 dişin hiç birinde rezidüel çürük saptamamışlardır. Başka *in vitro* çalışmada geleneksel yöntem ve kemomekanik yöntemle çürük dokusu uzaklaştırılmıştır ve her iki yöntemin kullanımından sonra kavitelelerdeki rezidüel çürük varlığı değerlendirilmiştir (Splieth et al., 2001). Bu çalışmada geleneksel yöntemin kullanımı kemomekanik yöntem kullanımı ile karşılaştırıldığında kavitelelerde az oranda çürük kalmasını sağladığı

gözlenmiştir. Çalışmamızda da incelenen örneklerde geleneksel yöntemin kemomekanik yöntemden daha az oranda çürük kalmasını sağladığı görülmüştür. Ayrıca Er:YAG lazer ve geleneksel yöntemin kaviteelerde benzer oranda çürük kalmasına neden olduğu saptanmıştır.

Bununla birlikte geleneksel yöntemin preparasyon sırasında ağrıya neden olması ve sıklıkla lokal anestezi gerektirmesi ve oluşturduğu ısı ve basıncın pulpa dokusuna zarar verme olasılığının bulunması araştırmacıları alternatif çürük uzaklaştırma yöntemleri geliştirmeye yöneltmiştir (Yazıcı et al., 2005). Yeni yöntemlerin etkinliği histolojik çalışmalarda çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra kavite tabanında rezidüel bakteri veya rezidüel çürük varlığının mikroskoplar yardımıyla belirlenmesi yöntemiyle test edilmiştir (Cederlund et al, 1999, Banerjee et al., 2000b, Banerjee et al., 2000c, Yazıcı et al., 2005, Flückiger et al., 2005).

Yaptığımız laboratuvar çalışmasında geleneksel ve kemomekanik yöntemlerle ve Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırılmasından sonra örneklerin stereomikroskop altında alınan fotoğraflarında, rezidüel çürük varlığı iki gözlemci tarafından incelenmiştir. Çalışmamızda geleneksel yöntemle çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerin %100'ünde her iki gözlemcinin de aynı kararı verdiği saptanmıştır. Her iki gözlemcinin de geleneksel yöntemle çürük dokusunun uzaklaştırıldığı 40 örneğin 2'sinde rezidüel çürük teşhis ettiği belirlenmiştir. Geleneksel yöntemle çürüğün uzaklaştırılmasından sonra gözlemciler arasında rezidüel çürük teşhisinde varyasyon oluşmaması bu yöntemin etkin bir çürük uzaklaştırma yöntemi olduğunu düşündürülebilir.

### **5.3.2. Kemomekanik Yöntem**

Carisolv kullanılarak yapılan ilk *in vitro* çalışmada kemomekanik olarak çürüğün uzaklaştırılmasını sağlayan bu ajanın daimi ve süt dişlerindeki çürük lezyonlarını etkin olarak uzaklaştırabildiği saptanmıştır (Yazıcı et al., 2003). Flückiger et al. (2005), çürük dokusunu Carisolv ile kemomekanik ve ekskavatörler ile geleneksel yöntem kullanarak uzaklaştırdıkları çalışmalarında, histolojik değerlendirme sonucunda her iki çürük uzaklaştırma yönteminin kullanımından sonra çürük teşhis edilen örnek sayısının eşit olduğunu saptamışlardır. Hossain et al. (2003), klinikte Carisolv'un uygun bir çürük teşhis kriteri ile birlikte kullanımının

çürük lezyonlarının travma oluşturmadan uzaklaştırılmasını sağlayabileceğini belirtmişlerdir.. Banerjee et al. (2000b), konfokal lazer taramalı mikroskobu kullanarak dentin dokusunun otofloresanslığını ölçtükleri çalışmalarında Carisolv'un ve geleneksel frezler ile çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra dentin dokusunun otofloresanslığı arasında fark olmadığını saptamışlardır. Yazıcı et al. (2003), çürük lezyonlarını Carisolv ve geleneksel olarak frez kullanarak uzaklaştırmışlar ve ışık mikroskobunda çürük lezyonları uzaklaştırdıktan sonra rezidüel bakteri varlığını araştırmışlardır. Çalışmada, Carisolv ile çürüğü uzaklaştırdıkları 14 kavitenin beşinde ve geleneksel yöntem ile çürüğün uzaklaştırıldığı 14 kavitenin ise sadece birinde rezidüel bakteri saptanmıştır.

Bir çalışmada Carisolv ile çürük uzaklaştırılan grupta, örneklerin % 64'ünde çürük lezyonlarının tamamının uzaklaştırılmadığını bildirilmiştir. (Yazıcı et al., 2003). Cederlund et al. (1999), yaptıkları histolojik çalışmada çürük lezyonlarını Carisolv ile uzaklaştırmışlardır. Carisolv kullanılarak çürük dokusunun uzaklaştırıldığı 10 dişin 6'sında ışık mikroskobunda yapılan incelemeler sırasında rezidüel çürük saptamışlardır ve derindeki dentin tübüllerinde bakteri varlığını göstermişlerdir. Gürbüz et al. (2008), rezidüel çürük varlığını polarize ışık mikroskobu kullanarak inceledikleri çalışmalarında, geleneksel olarak frezlerle çürük lezyonlarının uzaklaştırıldığı 10 dişin hiç birinde rezidüel çürük saptamazken, Carisolv ile çürük lezyonlarını uzaklaştırdıkları 8 dişin 2'sinde rezidüel çürük teşhis etmişlerdir. Splieth et al. (2001), Carisolv ve geleneksel olarak çürük lezyonlarını uzaklaştırdıkları *in vitro* çalışmalarında, Carisolv kullanımından sonra dentin dokusunda daha fazla miktarda rezidüel çürük oluştuğunu rapor etmişlerdir.

Yaptığımız *in vitro* çalışmada çürük dokusu Carisolv ile uzaklaştırıldıktan sonra 40 örneğin 8'inde rezidüel çürük saptanmıştır. Kemomekanik yöntemin kullanıldığı grupta rezidüel çürük teşhis edilen örnek sayısının geleneksel yöntemin ve Er:YAG lazer kullanılan gruplarda rezidüel çürük teşhis edilen örnek sayısının 4 katı olduğu görülmüştür. Bu sonuç kemomekanik yöntemin, dentinin 2/3'ünü içeren çürük lezyonlarını kapsayan dişlerdeki çürük lezyonlarını diğer çürük uzaklaştırma yöntemleri kadar etkin bir şekilde uzaklaştıramadığını göstermektedir.

Literatürde kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminin değerlendirildiği klinik çalışmalar da bulunmaktadır. Yapılan *in vivo* çalışmaların pek çoğunda,

kemomekanik yöntemin çürük dokusunu başarıyla ve lokal anestezi gerektirmeden uzaklaştırdığı bildirilmiştir (Ericson et al., 1999, Munshi et al., 2001, 2000, Kırzıoğlu et al., 2007). Fakat bu çalışmalarda yöntemin çürük dokusunun uzaklaştırılmasının zaman alıcı olduğu da rapor edilmiştir (Ericson et al., 1999, Munshi et al., 2001, 2000, Kırzıoğlu et al., 2007). Ayrıca bazı *in vivo* çalışmalarda kemomekanik yöntem ile dentin çürüğünün uzaklaştırma süresi geleneksel ekskavatörlerin ve düşük hızda dönen enstrümanların çürük uzaklaştırma süreleri ile karşılaştırılmıştır (Kavvadia et al., 2004, Pandit et al., 2007). Bu çalışmalarda kemomekanik yöntemin çürük dokusunu ekskavatörlerden daha kısa sürede fakat düşük hızda dönen enstrümanlardan daha uzun sürede uzaklaştırdığı saptanmıştır (Kavvadia et al., 2004, Pandit et al., 2007) .

Yaptığımız çalışmada, her üç yönteme ait çürük uzaklaştırma sürelerinin karşılaştırılmasının amaçlarımızdan biri olmamasına rağmen; Carisolv ile dentin çürüğünün tam olarak temizlenebilmesi için geçen sürenin fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda uzun süreli uygulamanın hekimi yorabileceği ve dikkatinin dağılmasına yol açabileceği de gözlenmiştir. Bu nedenle, kemomekanik yöntem kullanılarak kavitelerdeki çürük dokusunun tam olarak temizlenememesi, Carisolv'un uygulama prosedürünün zahmetli olması ve jelin çürük dentin dokusunu uzaklaştırması işleminin uzun sürmesi nedeniyle olabilir.

### **5.3.3. Er:YAG Lazer**

Er:YAG lazer ile diş sert dokularının ilk olarak Hibst ve Keller tarafından uzaklaştırılabileceğinin bildirilmesinden sonra Er:YAG lazerler *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda çürük dokusunun uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Er:YAG lazerin çürük dokusunu geleneksel yöntem ile frezin kullanıldığı gruplar kadar etkin bir şekilde uzaklaştırdığını bildiren çalışmalar vardır. Genel olarak Er:YAG lazerin kullanımı sırasında yeterli su soğutmasının sağlanmasının ve kavite preparasyonunda ucun dikkatli kullanımın pulpa dokusu üzerinde hiç bir termal hasara neden olmadığı görüşü kabul görmektedir (Eberhard et al., 2005).

Klinikte çürük lezyonlarının uzaklaştırılması için Er:YAG lazerlerin kullanımı ile ilgili problem, operasyon sırasında cihazın dikkatsiz kullanılması sonucu çürük dentinin tamamen uzaklaştırılamaması ve gereğinden fazla sağlam diş sert dokusu

uzaklaştırılmasıdır. Çünkü lazer cihazları dentin tabakalarını ayırt edememektedir. Bununla birlikte yumuşak dentin tabakasının demineralizasyon nedeniyle yüksek oranda su içermesi, Er:YAG lazerin çürük dentindeki ablasyon hızının artmasına neden olmaktadır (Eberhard et al., 2005).

Aoki et al. (1998), kök çürüklerini geleneksel olarak frezler ile ve Er:YAG lazer ile uzaklaştırmışlardır. Işık mikroskopunda yaptıkları incelemelerde ER:YAG lazer ile geleneksel yöntemin bakterileri aynı oranda elimine ettiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında Er:YAG lazerin başlangıç çürüklerinin ya da orta büyüklükteki çürük lezyonlarının tedavisinde kullanımının faydalı olabileceği sonucuna varmışlardır (Aoki et al, 1998).

Kinoshita et al. (2003) Er:Cr:YSGGG lazerler ve Carisolv'u kullanarak çürük lezyonlarını uzaklaştırdıkları çalışmalarında, Er:Cr:YSGG lazerlerin dişlerdeki tüm çürük dokularını etkin bir şekilde uzaklaştırabildiğini saptamışlardır. Bununla birlikte Carisolv'un kavite yüzeyinde demineralize dentin dokusu içeren ve uzaklaştırılması gereken gri bir tabakanın kalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada Carisolv'un yumuşamış çürük dentin tabakasıyla birlikte çürükten etkilenmiş dentin tabakasını da rahatlıkla uzaklaştırılabileceği rapor edilmiştir (Kinoshita et al., 2003).

Celiberti et al. (2006), rezidüel çürük varlığını konfokal lazer taramalı mikroskopunda inceledikleri çalışmalarında, Er:YAG lazerin geleneksel çelik frezlerden daha az rezidüel çürük oluşumuna yol açtığını ve geleneksel olarak frezler ile çürük dokusunun uzaklaştırılması yönteminin operatörden en fazla etkilenen yöntem olduğunu saptamışlardır (Celiberti et al., 2006).

Çalışmamızda çürük dokusunu geleneksel, kemomekanik ve Er:YAG lazer ile uzaklaştırdıktan sonra elde ettiğimiz ince kesitler stereomikroskopta incelenmiştir. Bu laboratuvar çalışmasında geleneksel yöntem ve Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı 40 örneğin 2'sinde rezidüel çürük teşhis edilmiştir. Sonuçta, geleneksel yöntem ve Er:YAG lazerin çürük uzaklaştırma etkinliklerinin benzer olduğu saptanmıştır. Bununla beraber, Er:YAG lazerin çürük uzaklaştırma etkinliğinin kemomekanik yöntemden üstün olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular doğrultusunda, Er:YAG lazerin çürük lezyonlarının uzaklaştırılmasında geleneksel yöntemle alternatif oluşturabileceği söylenebilir. Fakat

yöntemin çürük dokusunu uzaklaştırmadaki başarısının geleneksel yöntem kadar iyi olup olmadığının belirlenebilmesi için yöntemin diğer açılardan da değerlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz. Er:YAG lazerin çürük uzaklaştırmada kullanımının mikrobiyolojik etkilerini inceleyen *in vivo* çalışmalara da ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırılmasının dentinin topografisinde oluşturduğu değişikliklerin araştırıldığı araştırmaların da artması yerinde olacaktır. Çünkü adeziv dişhekimliğindeki son yıllarda olan ilerlemeler ve piyasaya sürülen çeşitli adeziv sistemlerin, diş sert dokularına bağlanabilmesi prepare edilen yüzeyin morfolojik özelliklerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu nedenle, lazerler ile çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra kalan dokunun yüzeysel özelliklerini değerlendiren ve adeziv sistemlerin diş sert dokularına bağlanmasını inceleyen araştırmaların yapılması önem taşımaktadır.

#### **5.4. Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliğinin Kimyasal Analiz ile Değerlendirilmesi**

##### **5.4.1. Geleneksel Yöntem**

Biyokimyasal açıdan incelendiğinde, sağlıklı dentinin ağırlığının %70'ini minerallerin, %20'sini organik matriksin oluştuğu bildirilmektedir (Arvidsson, 2001). Sağlıklı dentinin ağırlığının %26'sını kalsiyum, %14'ünü ise fosfor elementi oluşturmaktadır. Dentinin organik yapısını oluşturan kollagen, dokunun yapısal bütünlüğünü korumasını sağlamaktadır. Çürük lezyonlarının dentin dokusunda mineral kaybına neden olduğu görüşü geniş oranda kabul görmüştür. Bir çalışmada, çürük lezyonlarında en dıştaki çürük tabakasındaki kalsiyum-fosfor oranının 1:1.81-1.89 oranında olduğunu, iç tabakalarda ise bu oranın 1:2.23 arasında değiştiğini bildirmiştir (Sakoolnamarka et al., 2005).

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin güvenilirliğinin test edilmesi için, diş sert dokularının kompozisyonuna etkisinin araştırılması yöntemine sıklıkla başvurulmaktadır (Hossain et al., 2003, Correa et al., 2007). Çalışmalarda test edilen alternatif çürük uzaklaştırma yöntemlerinin dentin dokusundaki kalsiyum-fosfor oranında yaptığı değişiklikler geleneksel yöntemin dokuda oluşturduğu değişiklikler ile karşılaştırılmaktadır.

Yaptığımız bu laboratuvar çalışmasında da alternatif çürük uzaklaştırma yöntemlerinin dentin dokusunun kalsiyum-fosfor oranında oluşturduğu değişiklikler geleneksel yöntemin oluşturduğu değişiklikler ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, kemomekanik yöntemin ve Er:YAG lazerin kullanımından sonra dentin dokusunda saptanan kalsiyum ve fosfor ağırlıklarının ve oranlarının geleneksel yöntem ile elde edilen değerler ile benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum kemomekanik yöntemin ve Er:YAG lazerin diş sert dokuları organik ve inorganik komponentleri üzerinde geleneksel yöntemle benzer şekilde etkileyerek, kalan dentin dokusundaki organik ve inorganik komponentlerin oranlarını değiştirmedeğini düşündürmektedir.

#### **5.4.2. Kemomekanik Yöntem**

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliğinin araştırıldığı bazı araştırmalarda, Carisolv'un dentindeki çürük lezyonlarının uzaklaştırılması sırasında, enfekte olmuş dentin dokusu ile birlikte çürükten etkilenmiş dentinin kısmen uzaklaştırılmasına yol açtığını iddia etmişlerdir (Correa et al., 2007). Aynı zamanda araştırmacılar, Carisolv'un sağlam dentin dokusundaki kollajeni de yıkıma uğrattığını belirtmişlerdir. Başka çalışmalarda ise Carisolv'un kullanımı sırasında materyalin yapısındaki klorür ve dentindeki kollajen arasında bir etkileşim olmadığı ve kollajen fibrillerin sodyum hipokloritin aktivasyonu sırasında korunduğu rapor edilmiştir (Correa et al., 2007). Hossain et al. (2003), çürük lezyonlarını Carisolv ile uzaklaştırdıktan sonra dişlerin atomik analizini SEM-EDS ölçümü ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca aynı örneklerdeki sağlam dentin dokusundan da SEM-EDS ölçümü yapmışlardır. SEM-EDS analizi sonucunda Carisolv uygulanmış bölgeler ile Carisolv uygulanmamış sağlam dentin dokusu arasında kalsiyum (%Ca), fosfat (%P) miktarları ve kalsiyum-fosfat oranı (Ca/P) arasında istatistiksel olarak fark saptamamışlardır (Hossain et al., 2003). Sakoolnamarka et al. (2005), çürük lezyonlarını Carisolv kullanarak uzaklaştırdıkları ve çürük lezyonlarını uzaklaştırmadıkları dişlerin SEM-EDS analizini yapmışlardır. Çalışmalarının sonucunda aktif çürük lezyonlarının bulunduğu dişlerin mikrosertlik değerinin Ca/P oranı ile ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir (Sakoolnamarka et al., 2005). Dentin çürüğü bulunan ve kalsiyum-fosfor oranının düşük olduğu saptanan bölgelerden elde edilen mikrosertlik değerlerinin de düşük olduğu göze çarpmaktadır.



Yaptığımız çalışmada kemomekanik yöntemle çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerdeki ağırlıkça kalsiyum (%37) ve ağırlıkça fosfor (%63) miktarlarının ve kalsiyum-fosfat oranının (0.86), geleneksel yöntem ve Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerdeki %Ca, %P ve %Ca/P miktarları ile (sırasıyla geleneksel yöntem ve lazer için; %45 ve %39Ca, %56 ve %61 P, 0.91 ve 0.78 Ca/P) benzer olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, bu laboratuvar çalışmasında saptadığımız, kemomekanik yöntemin dentinin kimyasal yapısında diğer yöntemlerle benzer değişiklikler oluşturmasına ait sonucun nedeninin, Carisolv'un çürükten etkilenmiş dentinin organik kısmında bulunan yapısı bozulmamış olan kollajeni büyük oranda yıkıma uğratmadığı olduğu kanısındayız.

#### 5.4.3. Er:YAG Lazer

Lazerlerin çürük lezyonları içeren veya içermeyen diş sert dokularına uygulandığında dokular üzerinde termal hasarlara yol açma olasılığı bulunmaktadır. Bununla birlikte lazer cihazının ucunun diş yüzeyine temas etmeden (*non-contact* uç, *defocused mode*), su soğutması altında kullanılmasının dentin yüzeylerinde karbonizasyonun ve çatlakların oluşmasını önlediği rapor edilmiştir (Hossain et al., 2002).

Hossain et al. (2002), insan dentininin kompozisyonundaki değişiklikleri aproksimal çürük lezyonlarını Er,Cr:YSGG lazer ve geleneksel olarak çelik ront frez ile uzaklaştırıldıktan sonra incelemişlerdir. Çalışmalarında lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerdeki kalsiyum (% ağırlık) ve fosfor (% ağırlık) miktarının, geleneksel yöntemle çürüğün uzaklaştırıldığı dişlerdeki Ca (% ağırlık) ve P (% ağırlık) miktarından daha az olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte her iki çürük uzaklaştırma yönteminin kullanımından sonra Ca/P miktarı arasında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır. Çelik et al. yaptıkları çalışmada da (2008), Er:YAG lazer ve frez kullanılarak prepare edilen sağlam dişlerdeki Ca/P oranları arasında fark olmadığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda ise Er:YAG lazer (KaVo, Biberach, Almanya) ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerdeki ağırlıkça kalsiyum (%), fosfor (%) miktarları ve kalsiyum-fosfat (%) oranının, geleneksel ve kemomekanik yöntemle çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerdeki kalsiyum (%), fosfor (%) miktarları ve

kalsiyum-fosfat (%) oranı ile benzer olduğu saptanmıştır. Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırılması sırasında, lazerin uygulandığı alanlarda ısı artışı nedeniyle diş sert dokularının organik komponentlerinin buharlaşmasına yol açacak bir değişiklik oluşturabileceğini rapor eden araştırıcılar vardır (Rohanizadehet al., 1999). Çalışmamızdan elde edilen bu bulgular, lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırılması sırasında yeterli su soğutmasının sağlanması, diş sert dokularında minimal termal hasara yol açarak diş sert dokularındaki organik komponentlere zarar vermediğini gösterebilir.

Bununla birlikte istatistiksel olarak anlamlı olmasa da Er:YAG lazerin kullanıldığı örneklerin Ca/P miktarının kemomekanik yöntemin kullanıldığı örneklerin Ca/P miktarından düşük olmasının nedeninin, Carisolv'un dişin organik kısmını (kollagen) etkilemesi veya lazer uygulamalarının ısı oluşturması nedeniyle olabileceğini düşünmekteyiz. Isının sıcaklık artışına neden olarak apatit kristallerini erittiği ve rekristalizasyon oluşturduğu belirtilmiştir. Bu sırada apatitik olmayan kalsiyum fosfatın oluşmasıyla apatit yapısında kristal defektleri meydana gelebilmektedir (elik at al., 2008). Apatit kristallerinin yapısı ve içeriğindeki bu değişim de Ca/P oranında azalmaya neden olabilmektedir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

Mikrosertlik ölçümlerinin sonucunda, Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişler ile geleneksel yöntem ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerin Knoop mikrosertlik değerlerinin benzer olduğu saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte kemomekanik yöntem ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerin Knoop mikrosertlik değerleri, geleneksel yöntemle ve Er:YAG lazer ile çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerdekinden düşük bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Stereomikroskopik incelemeler sonucunda Er:YAG lazerin ve geleneksel yöntemin kullanılarak çürük dokusunun uzaklaştırıldığı dişlerde benzer oranda rezidüel çürük varlığı saptanırken kemomekanik yöntem ile daha yüksek oranda rezidüel çürük varlığı gözlenmiştir.

Kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer ile çürük uzaklaştırılan dentin örneklerinin geleneksel yöntem ile çürüğün uzaklaştırıldığı örneklerle karşılaştırıldığı bu çalışmada, her üç çürük uzaklaştırma yönteminin de dentinin kompozisyonunda benzer etkiler oluşturduğu gözlenmiştir.

Kemomekanik yöntem ile en düşük mikrosertlik değerlerinin elde edilmesi ve en fazla rezidüel çürük görülmesi nedeniyle bu yöntemin çürük dokusunun uzaklaştırılmasındaki etkinliğinin daha fazla sayıda araştırma ile değerlendirilmesi gerekmektedir. Bununla beraber, atomik analiz sonuçlarına göre kemomekanik yöntemin kullanıldığı örneklerin kalsiyum, fosfor miktarları ve kalsiyum-fosfor oranının diğer yöntemlerde elde edilen değerler ile benzer bulunmasından dolayı, bu yöntemin kalan dentin dokusunun organik yapısındaki kollagenin üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadığı sonucuna varılabilir.

Geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemlerine alternatif olduğu düşünülen Er:YAG lazeri ve kemomekanik yöntemi kapsayan farklı çürük uzaklaştırma

yöntemlerinden, Er:YAG lazerlerin dentindeki çürüklerin uzaklaştırılmasında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Er:YAG lazerlerin kavite preparasyonunda kullanımı sırasında yeterli su soğutmasının sağlanması, diş sert dokularının kompozisyonunda termal hasarlar nedeniyle oluşabilecek zararlı etkileri en aza indirebilmektedir. Bununla birlikte lazer kullanılarak yapılacak olan kavite preparasyonu ve çürük uzaklaştırma işlemlerinin diş sert dokularında ve pulpada yaratacağı etkileri inceleyen daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır.

## 7. ÖZET

### **Farklı Çürük Uzaklaştırma Yöntemlerinin Etkinliklerinin *In Vitro* Olarak Karşılaştırılması**

Bu çalışmanın amacı üç farklı çürük uzaklaştırma yönteminin etkinliğini değerlendirmektir.

Çalışmamızda 69 insan molar dişi kullanıldı. Çürük lezyonları geleneksel, kemomekanik yöntem ve Er:YAG lazer ile uzaklaştırıldı. Dişler mikrosertlik ölçümüne, histolojik incelemeye ve SEM-EDS ile atomik analize tabi tutuldu. İstatistiksel analiz tek yönlü Anova, Dunlett C testi, Mann Witney U testleri ile yapıldı.

Er:YAG lazer ve geleneksel çürük uzaklaştırma gruplarının mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin çürük uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0.05$ ). Farklı yöntemlerle çürük dokusunun uzaklaştırıldığı kavitelere Ca/P oranları arasında istatistiksel fark gözlenmedi ( $p>0.05$ ).

Er:YAG çürük uzaklaştırma yöntemi geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemine alternatif olabilir.

**Anahtar kelimeler:** Çürük uzaklaştırma, EDS, Er:YAG lazer, Mikrosertlik

## 8. ABSTRACT

### **In Vitro Comparison of the Efficiency of Different Caries Removal Techniques**

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of three different caries removal methods.

A total of 69 human teeth were used in this study. Caries lesions were removed with conventional and chemomechanical methods, and Er:YAG laser. All teeth were subjected to the microhardness test, histological evaluations and SEM-EDS atomic analysis. Two way ANOVA, Dunnet C, Mann Whitney U tests were performed for the statistical analysis.

No significant differences were found among the microhardness values of Er:YAG laser and conventional caries removal groups ( $p>0.05$ ). A statistically significant difference was observed the effectiveness between different caries removal methods. No significant difference was observed among Ca/P ratio of different caries removal groups ( $p>0.05$ ).

Er:YAG laser caries removal method can be alternative to conventional caries method.

**Key words:** Caries removal, EDS, Er:YAG laser, Microhardness

## 9. KAYNAKLAR

Alkurt TM, Bala O. Okluzal çürük teşhisinde gözle muayene, geleneksel radyografi ve dijital radyografinin değerlendirilmesi. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 2007; 24(2): 101-107.

al-Sehaibany F, White G, Rainey JT. The use of caries detector dye in diagnosis of occlusal carious lesions. *J Clin Pediatr Dent* 1996; 20(4): 293-8.

Anderson MH, Charbeneau GT. A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. *J Prosthet Dent* 1985; 53(5): 643-646.

Aoki A, Ishikawa I, Yamada T, Otsuki M, Watanabe H, Tagami J, Ando Y, Yamamoto H. Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. *J Dent Res* 1998; 77(6): 1404-1414.

Arvidson A. Surface Chemistry after Caries Removal with Carisolv or Burs. In: *Tissue Preservation in Caries Treatment*. Albrektsson OT, Bratthall D, Glantz JO, Lindhe TJ, Eds. Germany: Quintessence Publishing Co. Ltd., 2001: p. 177-204.

Arvidsson A, Liedberg B, Möller K, Lyvén B, Sellén A, Wennerberg A. Chemical and topographical analyses of dentine surfaces after Carisolv treatment. *J Dent* 2002; 30(2-3): 67-75

Ashley PF, Blinkhorn AS, Davies RM. Occlusal caries diagnosis: an in vitro histological validation of the Electronic Caries Monitor (ECM) and other methods. *J Dent* 1998; 26(2): 83-8.

Axelsson P. Etiologic Factors Involved In Dental Caries, Development and Diagnosis of Carious Lesions. In: *Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries*. Axelsson P, Eds. Karlstad: Quintessence Publishing Co. Ltd, 2000: p. 1-40, 179-247.

Banerjee A, Watson FT, Kidd EAM. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Br Dent J* 2000a; 188(9): 476-482.

Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res* 2000b; 34(2): 144-50.

Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. In vitro validation of carious dentin removed using different excavation criteria. *Am J Dent* 2003; 16(4): 228-30.

Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *J Dent* 2000c; 28(3): 179-86.

Banerjee A, Sherriff M, Kidd EA, Watson TF. A confocal microscopic study relating the autofluorescence of carious dentine to its microhardness. *Br Dent J* 1999; 187(4): 206-10.

Banerjee A, Watson TF. Air abrasion: its uses and abuses. *Dent Update*. 2002; 29(7): 340-346.

Banting WD. The diagnosis of root caries. *J Dent Educ* 2001; 65(10): 991-996.

Bath-Balogh M, Febrenbach JM. Oral Histology, Enamel, dentin and Pulp. In: *Illustrated Dental Embryology, Histology and Anotomi*. Bath-Balogh M, Febrenbach JM, Eds. United States America: WB Saunders Company, 1997: p. 91-209, 165-174,175-209.

Bayne CS, Thompson YJ, Sturdevant MC, Taylor D. Instruments and Equipment for Tooth Preparation. In: *Sturdevant's Art & Science Of Operative Dentistry*. Roberson MT, Heyman OH, Swift JE, Eds. 4th Ed., United States of America: Mosby Inc, 2002: p. 307-344.

Beeley JA, Yip HK, Stevenson AG. Chemochemical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *Br Dent J* 2000;188(8): 427-430.

Berggren U, Meynert G. Dental fear and avoidance: causes, symptoms, and consequences. *J Am Dent Assoc*1984; 109(2): 247-51.

Berry EA, Eakle WS, Summitt JB. Air abrasion: an old technology reborn. *Compend Contin Educ Dent*1995; 26(2): 139-44.

Burns T, Wilson M, Pearson GJ. Effect of dentine and collagen on lethal photosensitisation of *Streptococcus mutans*. *Caries Res* 1995; 29(3): 192-197.

Bussadori SK, Castro LC, Galvão AC. Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent* 2005; 30(2): 115-9.

Cate TMJ, Larsen MJ, Pearce EIF, Fejerskov O. Chemical interactions between the tooth and oral fluids. In: *Dental caries The Disease and its Clinical Management*. Fejerskov O, Kidd E, Eds. Denmark: Blackwell Munksgaard, 2003: p. 49-69.

Cederlund A, Lindskog S, Blomlöf J. Efficacy of Carisolv-assisted caries excavation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999; 19(5): 464-9.

Celiberti P, Francescut P, Lussi A. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res* 2006; 40(2): 117-23.

Celik EU, Ergücü Z, Türkün LS, Türkün M. Effect of different laser devices on the composition and microhardness of dentin. *Oper Dent*. 2008; 33(5): 496-501.

Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am* 2004; 48(4): 751-70.

Corrêa FN, Rocha Rde O, Rodrigues Filho LE, Muench A, Rodrigues CRJ. Chemical versus conventional caries removal techniques in primary teeth: a microhardness study. *Clin Pediatr Dent* 2007; 31(3): 187-92.

Dammaschk T, Stratmann U, Mokrys K, Kaup M, Ott KHJ. Histocytological evaluation of the reaction of rat pulp tissue to Carisolv. *J Dent* 2001; 29(4): 283-90.

Demirci T, Kaya DA, Türkün M. Çürük tespit boyalarının güvenilirliği. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2001; 22(1): 67-72.

Eberhand J, Zahl A, Dommisch H, Winter J, Acil Y, Jepsen S. Heat shock induces the syntehesis of the inflammatory mediator leukotrine B4 in human cells. *Int Endod J* 2005; 38(12): 882-888.

Elderton RJ. New approches to cavity design with special reference to Class II lesion. *Br Dent J* 1984; 158(12): 421-427.



Ericson D, Zimmerman M, Raber H, Götrick B, Bornstein R, Thorell J. Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemo-mechanical removal of caries. A multi-centre study. *Caries Res* 1999; 33(3): 171-7.

Ermiş RB, Katırcı G, Orhan H. Dişhekimiği öğrencileri tarafından dentin çürüğünün bir çürük saptayıcı boya ile in vivo olarak değerlendirilmesi. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2007; 28(1): 61-66.

Fejerskov O, Larsen MJ, Richards A, Baelum V. Dental tissue effects of fluoride. *Adv Dent Res* 1994; 8(1): 15-31.

Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EAM. Clinical and histological manifestations of dental caries. In: *Dental caries The Disease and its Clinical Management*. Fejerskov O, Kidd E, Eds. Denmark: Blackwell Munksgaard, 2003: p. 72-96.

Firidin Ş. Histolojik çalışmalar için doku örnekleri alma ve işleme prosesi. *Sümae Yunus Araştırma Bülteni* 2004; 4(1): 15-17.

Flückiger L, Waltimo T, Stich H, Lussi A. Comparison of chemomechanical caries removal using Carisolv or conventional hand excavation in deciduous teeth in vitro. *J Dent* 2005; 33(2): 87-90.

Ford TR, Rhodes JS, Ford PHE: Preparation Prior to Endodontics. In: *Endodontics Problem-Solving in Clinical Practice*. Ford TR, Rhodes JS, Ford PHE Eds. Singapore: Kyodo Printing Pte Ltd, 2002: p. 45-65.

Fu B, Hannig M. Effects of air abrasion and acid etching on the microleakage of preventive Class I resin restorations: an in vitro study. *J Esthet Dent* 1999; 11(3): 143-8.

Fusayama T. Clinical guide for removing caries using a caries-detecting solution. *Quintessence Int* 1988; 19(6): 397-401.

Fusayama T. New Concepts in the Pathology and Treatment of Dental Caries. In: *A Simple Pain-Free Adhesive Restorative System by Minimal Reduction and Total etching*. Fusayama T Eds. St Louis: Ishiyaku EuroAmerica Inc, 1993: p. 1-21.

Goldman M, Kronman JH. A preliminary report on a chemomechanical means of removing caries. *Am Dent Assoc* 1976; 93(6): 1149-53.

Guirguis R, Lee J, Conry J. Microleakage evaluation of restorations prepared with air abrasion. *Pediatr Dent* 1999; 21(6): 311-5.

Gurbuz T, Yilmaz Y, Sengul F. Performance of laser fluorescence for residual caries detection in primary teeth. *Eur J Dent* 2008; 2(3): 176-84.

Habib CM, Kronman J, Goldman M. A chemical evaluation of collagen and hydroxyproline after treatment with GK-101 (N-Chloroglycine). *Pharmacol Ther Dent* 1975; 2(3-4): 209-15.

Hahn SK, Kim JW, Lee SH, Kim CC, Hahn SH, Jang KT. Microcomputed tomographic assessment of chemomechanical caries removal. *Caries Res* 2004; 38(1): 75-8.

Halse A, Molven O. A strategy for the diagnosis of periapical pathosis. *J Endod* 1986; 12(11): 534-538.

Hamilton JC, Dennison JB, Stoffers KW, Gregory WA, Welch KB. Early treatment of incipient carious lesions: a two-year clinical evaluation. *J Am Dent Assoc* 2002; 133(12): 1643-51.

Hanke DL. *Handbook of Analytical Methods for Materials*. United States of America: Materials Evaluation and Engineering, Inc, 2006.

Hara AT, Turssi CP, Serra MC, Nogueira MC. Extent of the cariostatic effect on root dentin provided by fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent* 2002; 27(5): 480-7.

Harris DM, White JM, Goodis H, Arcoria CJ, Simon J, Carpenter WM et al. Selective ablation of surface enamel caries with a pulsed Nd:YAG dental laser. *Lasers Surg Med* 2002; 30(5): 342-50.

Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med* 1989; 9(4): 338-44.

Hosoya Y, Marshall GW Jr. The nano-hardness and elastic modulus of carious and sound primary canine dentin. *Oper Dent* 2004; 29(2): 142-9.

Hosoya Y, Marshall SJ, Watanabe LG, Marshall G. Microhardness of carious deciduous dentin. *Oper Dent* 2000; 25(2): 81-89.

Hossain M, Nakamura Y, Tamaki Y, Yamada Y, Murakami Y, Matsumoto K. Atomic analysis and knoop hardness measurement of the cavity floor prepared by Er,Cr:YSGG laser irradiation in vitro. *J Oral Rehabil* 2003; 30(5): 515-21.

Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Murakami Y, Matsumoto K. Compositional and structural changes of human dentin following caries removal by Er,Cr:YSGG laser irradiation in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2002; 26(4): 377-82.

<http://www.gozdr.com/default.asp?sfno=2003>, Erişim tarihi: 7 Ağustos 2009.

<http://www.ido.org.tr/default.asp?ID=322>, Erişim tarihi: 7 Ağustos 2009.

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Kimyasal\\_analiz](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kimyasal_analiz), Erişim tarihi: 7 Ağustos 2009.

Inglehart MR, Peters MC, Flamenbaum MH, Eboda NN, Feigal RJ. Chemomechanical caries removal in children: an operator's and pediatric patients' responses. *J Am Dent Assoc* 2007;138(1): 47-55.

Ismail A, Hasson H, Sohn W. Dental caries in the second Millennium. *Journal of Dental Education* 2001;65(10): 953-959.

Kantola S. Laser-induced effects on tooth structure V electron probe microanalysis and polarized light microscopy of dental enamel. *Acta Odontol Scand* 1972; 30(4): 475-84.

Kavvadia K, Karagianni V, Polychronopoulou A, Papagiannouli L. Primary teeth caries removal using the Carisolv chemomechanical method: a clinical trial. *Pediatr Dent* 2004; 26(1): 23-8.

Kellner R, Mermet MJ, Otto M, Valcarcel M, Widmer MH. The Analytical Process. In: *Analytical Chemistry A Modern Approach to Analytical Science*. Mermet MJ, Otto M, Valcarcel M, Widmer MH, Eds. Weinheim: Wiley- VCH Verlag GmbH and Company, 2004: p. 37-60.

Khunkitti W, Hann AC, Lloyd D, Furr JR, Russell AD. X-ray microanalysis of chlorine and phosphorus content in biguanide-treated *Acanthamoeba castellanii*. *J Appl Microbiol* 1999; 86(3): 453-9.

Kidd EAM, Amerongen JP. The Role of Operative Treatment. In: *Dental caries The Disease and its Clinical Management*. Fejerskov O, Kidd E, Eds. Denmark: Blackwell Munksgaard, 2003: p. 245-250.

Kidd EAM, Mejare I, Nyvad B. Clinical and radiographic diagnosis. In: *Dental caries The Disease and its Clinical Management*. Fejerskov O, Kidd E, Eds. Denmark: Blackwell Munksgaard, 2003: p. 111-138.

Kidd EAM, Ricketts DNJ. Criteria for caries removal at the enamel-dentine junction: a clinical and microbiological study. *Br Dent J* 1996;180(8): 287-291.

Kinoshita J, Kimura Y, Matsumoto K. Comparative study of carious dentin removal by Er,Cr:YSGG laser and Carisolv. *J Clin Laser Med Surg* 2003; 21(5): 307-15.

Kirzioglu Z, Gurbuz T, Yilmaz Y. Clinical evaluation of chemomechanical and mechanical caries removal: status of the restorations at 3, 6, 9 and 12 months. *Clin Oral Investig* 2007; 11(1): 69-76.

Krause F, Braun A, Lotz G, Kneist S, Jepsen S, Eberhard J. Evaluation of selective caries removal in deciduous teeth by a fluorescence feedback-controlled Er:YAG laser in vivo. *Clin Oral Investig* 2008; 12(3): 209-15.

Kuboki Y, Fusayama T. Mechanizm of differential staining in carious dentin. *J Dent Res* 1983; 62(6):713-4.

Laurell KA, Hess JA. Scanning electron micrographic effects of air-abrasion cavity preparation on human enamel and dentin. *Quintessence Int* 1995; 26(2): 139-144.

Lennon AM, Buchalla W, Rassner B, Becker K, Attin T. Efficiency of 4 caries excavation methods compared. *Oper Dent* 2006; 31(5): 551-555.

Lennon AM, Buchalla W, Switalski L, Stookey GK. Residual caries detection using visible fluorescence. *Caries Res* 2002; 36(5): 315-319.

Lozano-Chourio MA, Zambrano O, González H, Quero M. Clinical randomized controlled trial of chemomechanical caries removal (Carisolv). *Int J Paediatr Dent* 2006; 16(3):161-7.

Magalhães CS, Moreira AN, Campos WR, Rossi FM, Castilho GA, Ferreira RC. Effectiveness and efficiency of chemomechanical carious dentin removal. *Braz Dent J* 2006; 17(1): 63-7.

Malmström HS, Chaves Y, Moss ME. Patient Preference: Conventional Rotary Handpieces or Air Abrasion for Cavity Preparation. *Oper Dent* 2003; 28(6): 667-71.

Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 1997; 25(6): 441-58.

McComb D. Caries-detector dyes--how accurate and useful are they? *J Can Dent Assoc* 2000; 66(4):195-8.

Meredith N, Sheriff M, Setchell DJ, Swanson SA. Measurement of microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Oral Biology* 1996; 41(6): 539-545.

Mjör IA, Odont D. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 2: initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. *Quintessence Int* 2001; 32(7): 537-551.

Munshi AK, Hegde AM, Shetty PK. Clinical evaluation of Carisolv in the chemico-mechanical removal of carious dentin. *J Clin Pediatr Dent* 2001; 26(1): 49-54.

Nagl M, Nguyen VA, Gottardi W, Ulmer H, Höpfl R. Tolerability and efficacy of N-chlorotaurine in comparison with chloramine T for the treatment of chronic leg ulcers with a purulent coating: a randomized phase II study. *Br J Dermatol* 2003; 149(3): 590-597.

Nikiforuk G. The Caries Process-Morphological and Chemical events. In: *Understanding Dental Caries I Etiology and Mechanism Basic and Clinical Aspects*. Nikiforuk G, Eds. Switzerland: Karger, 1985: p. 261-288.

Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res* 1983; 62(1): 7-10.

Olivera TM, Freitas MP, Eduardo PC, Ambrosano BMG, Giannini GM. Influence of diamond sono-abrasion, air-abrasion and Er:YAG laser irradiation on bonding of different adhesive systems to dentine. *Eur J Dent* 2007; 1(3): 158-166.

Ölmez A, Tüfekçioğlu D. Air abrazyonun süt ve daimi dişlerde kullanımındaki yeni gelişmeler. *Akademik Dental Dişhekimliği Derg* 2003; 5(2): 26-29.

Özden H, Çelen S. Lazer ölçme, muayene ve analiz yöntemlerinde teknolojik gelişmeler. İçinde: 5. *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09) Kitabı*. Acarer M, Demirci İH, Göloğlu C, Eds. Karabük: Karabük Üniversitesi, 2009: s. 1595-1599.

Pandit IK, Srivastava N, Gugnani N, Gupta M, Verma L. Various methods of caries removal in children: a comparative clinical study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2007; 25(2): 93-6.

Pashley DH, Okabe A, Parham P. The relationship between dentin and tubule density. *Endodontics and Dental Traumatology* 1985; 1(5): 176-179.

Porth RN. New concepts in air abrasion. *Dent Today* 1998; 17(3): 66-71.

Rainey JT. Air abrasion: an emerging standard of care in conservative operative dentistry. *Dent Clin North Am* 2002; 46(2): 185-209.

Ricketts DN, Watson TF, Liepins PJ, Kidd EA. A comparison of two histological validating techniques for occlusal caries. *J Dent* 1998; 26(2): 89-96.

Roberson T, Lundeen T. Cariology: The Lesion, Etiology, Prevention, and Control. In: *Sturdevant's Art & Science Of Operative Dentistry*. Roberson MT, Heyman OH, Swift JE, Eds. 4th Ed., United States of America: Mosby Inc, 2002: p. 63-132.

Rohanizadeh R, LeGeros RZ, Fan D, Jean A, Daculsi G. Ultrastructural properties of laser-irradiated and heat-treated dentin. *J Dent Res* 1999; 78(12): 1829-1835.

Sakoolnamarka R, Burrow MF, Kubo S, Tyas MJ. Morphological study of demineralized dentine after caries removal using two different methods. *Aust Dent J* 2002; 47(2): 116-122.

Sakoolnamarka R, Burrow MF, Swain M, Tyas MJ. Microhardness and Ca:P ratio of carious and Carisolv treated caries-affected dentine using an ultra-micro-indentation system and energy dispersive analysis of x-rays-a pilot study. *Aust Dent J* 2005; 50(4): 246-250.

Salazar GPM, Gasga RJ. Microhardness and chemical composition of human tooth. *Materials Research* 2003; 6(3): 367-373.

Splieth C, Rosin M, Gellissen B. Determination of residual dentine caries after conventional mechanical and chemomechanical caries removal with Carisolv. *Clin Oral Investig* 2001; 5(4): 250-3.

Stabholz A, Zeltser R, Sela M, Peretz B, Moshonov J, Ziskind D, Stabholz A. The use of lasers in dentistry: principles of operation and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent* 2003; 24(12): 935-948.

Stookey GK, González-Cabezas C. Emerging methods of caries diagnosis. *J Dent Educ* 2001; 65(10): 1001-1006.

Tabakoğlu Ö, Bozkulak Ö. Lazerler. *Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Enstitüsü Bülteni Biyomedikal Klavuz* 2008; 11(5): 2008.

Tachibana A, Marques M, Soler PMJ, Matos BA. Erbium, chromium:yttrium scandium gallium garnet laser for caries removal: influence on bonding of self-etching adhesive system. *Lasers Med Sci* 2008; 23(4): 435-41.

Tassery H, Déjou J, Chafaie A, Camps J. In vivo diagnostic assessment of dentinal caries by junior and senior students using red acid dye. *Eur J Dent Educ* 2001; 5(1): 38-42.

Tonami K, Araki K, Mataka S, Kurosaki N. Effects of chloramines and sodium hypochlorite on carious dentin. *J Med Dent Sci* 2003; 50(2): 139-46.

Van As G. Erbium lasers in dentistry. *Dent Clin North Am* 2004; 48(4): 1017-1059.

Walsh LJ. The current status of laser applications in dentistry. *Aust Dent J* 2003; 48(3): 146-155.

Watson TF. Applications of high-speed confocal imaging techniques in operative dentistry. *Scanning* 1994; 16(3): 168-173.

Wennerberg A, Sawase T, Kultje C. The influence of Carisolv on enamel and dentine surface topography. *Eur J Oral Sci* 1999; 107(4): 297-306.

Wigdor H, Abt E, Ashrafi S, Walsh JT. The effect of lasers on dental hard tissues. *J Am Dent Assoc* 1993; 124(2):65-70.

Wilson M. Bactericidal effect of laser light and its potential use in the treatment of plaque-related diseases. *Int Dent J* 1994; 44(2): 181-189.

Yazici AR, Atilla P, Ozgünaltay G, Müftüoğlu S. In vitro comparison of the efficacy of Carisolv and conventional rotary instrument in caries removal. *J Oral Rehabil* 2003; 30(12): 1177-1182.

Yazici AR, Baseren M, Gokalp S. The in vitro performance of laser fluorescence and caries-detector dye for detecting residual carious dentin during tooth preparation. *Quintessence Int* 2005; 36(6): 417-22.

Yip HK, Stevenson AG, Beeley JA. The specificity of caries detector dyes in cavity preparation. *Br Dent J* 1994; 176(11): 417-421.

Yip KH, Samaranayake PL. Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clin Oral Invest* 1998; 2(4): 148-154.

Young C, Bongenhielm U. A randomised, controlled and blinded histological and immunohistochemical investigation of Carisolv on pulp tissue. *J Dent* 2001; 29(4): 275-281.

Zavgorodniy AV, Rohanizadeh R, Swain MV. Ultrastructure of dentine carious lesions. *Arch Oral Biol* 2008; 53(2): 124-32.

Zheng L, Hilton JF, Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW. Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. *Eur J Oral Sci* 2003; 111(3): 243-252.

## 10. ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında İstanbul'da doğdum. İlk, orta ve öğrenimimi sırasıyla Gönen Gazi İlkokulu'nda, Isparta Anadolu Ticaret Lisesi'nde ve Isparta Lisesi'nde tamamladım. İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nden 2000 yılında mezun oldum. 2003 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladım. Halen aynı fakültede araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.