T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GELENEKSEL YÖNTEMLE VE Er:YAG LAZER PREPARASYONUNDAN SONRA SÜT DİŞLERİNDE KULLANILAN FARKLI BONDİNG AJANLARIN MİKROSIZINTI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Dt. İSMET REZANİ TOPTANCI

DANIŞMAN
DOÇ. DR. SEMA ÇELENK

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2009

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GELENEKSEL YÖNTEMLE VE Er:YAG LAZER PREPARASYONUNDAN SONRA SÜT DİŞLERİNDE KULLANILAN FARKLI BONDİNG AJANLARIN MİKROSIZINTI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Dt. İSMET REZANİ TOPTANCI

DANIŞMAN
DOÇ. DR. SEMA ÇELENK

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

BU TEZ DÜBAP TARAFINDAN DESTEKLENMİŞTİR
PROJE NO: 06DH26

DİYARBAKIR 2009

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ

"GELENEKSEL YÖNTEMLE VE Er:YAG LAZER PREPARASYONUNDAN SONRA SÜT DİŞLERİNDE KULLANILAN FARKLI BONDİNG AJANLARIN MİKROSIZINTI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ" isimli Doktora Tezi 07/10/2009 tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı bulunmuştur.

Tez Danışmanı :Doç. Dr. Sema ÇELENK
Tezi Teslim Eden : Dt. İsmet Rezani TOPTANCI

Jüri Üyesinin

	Ünvanı	Adı Soyadı
Başkan	:Prof. Dr.	Fatma ATAKUL
Üye	:Prof. Dr.	Ali Recai MENTEŞ
Üye	:Doç. Dr.	Sema ÇELENK
Üye	:Yrd. Doç. Dr.	Behiye BOLGÜL
Üye	:Yrd. Doç. Dr.	Buket AYNA

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

16./10./2009

Prof. Dr. Yusuf NERGİZ
Dicle Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Hayatım boyunca maddi ve manevi yardımını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Tez konumun belirlenmesi ve tez çalışmamım sağlıklı bir şekilde yürütülmesinde yardımını esirgemeyen, doktoram süresince eğitimim başta olmak üzere her konuda desteğini gördüğüm, tez danışmanım Sn. Doç. Dr. Sema ÇELENK hocama,

Hekimliği, akademisyenliği ve tüm hayatıyla kendini bilime adamış Sn. Prof.Dr. Fatma ATAKUL hocama,

Tez çalışmam sırasında bana yardımları ile destek veren ve bu tezin oluşmasında katkıları olan Sn. Doç. Dr. Fırat AYDIN'A, Sn. Doç. Dr. Aydın KETANİ'YE, İstatistik çalışmalarında bana yardımcı olan Sn. Yrd. Doç.Dr. Ersin UYSAL'A,

Doktora öğrenimim boyunca her türlü desteklerini gördüğüm diğer Pedodonti bölümü hocalarıma, tez çalışmam boyunca bana yardım eden doktora öğrencisi arkadaşlarıma,

Tezin gerçekleşmesi için lazer cihazlarından yararlandığım Kuark Elektronik şirketi adına Sn. Toğrul GÖKNAR'a

Değerli yardımlarından dolayı Arş. Gör. Bircan ÇEKEN'e

İsmini sayamadığım ve tez çalışmamda emeği geçen tüm tanıdık ve dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Kapak

İç Kapak

Onay Sayfası…….i

Teşekkür Sayfası…….....ii

İçindekiler Dizini…….....iii

Şekiller Dizini……...vi

Resimler Dizini…….vii

Tablolar Dizini…….....x

Simgeler Ve Kısaltmalar……...xi

Özetler……..xiii

1. Türkçe Özet…….xiii
2. İngilizce Özet (Summary)……xv

Tez Metni

1. Giriş Ve Amaç ……1
2. Genel Bilgiler …….4

2.1.Adhezyon……4

2.1.1. Mine Adezyonu…….5

2.1.2. Süt Dişi Minesine Bağlanma…….....7

2.1.3. Dentin Adezyonu……..7

2.1.3.1.Dentin Dokusu……..8

2.1.3.2.Smear Tabakası……..9

2.1.3.3.Adezivlerin Kompozisyonu……..10

2.1.3.3.1. Resin Komponent……10

2.1.3.3.1.1.Hema……12

2.1.3.3.1.2.10-Mpd…….....13

2.1.3.3.1.3.Dimetakrilatlar…….14

2.1.3.3.2. Başlatıcı Sistemler…….....14

2.1.3.3.2.1. Fotoinitatörler……..15

2.1.3.3.2.2. Kimyasal İnitatörler…….16

2.1.3.3.3. İnhibitörler…….....16

2.1.3.3.4. Çözücüler……..17

2.1.3.3.5. Doldurucular……..17
2.1.3.3.6. Özel İçerikler……..18
2.1.3.4. Hibrit Tabaka……...…19
2.1.3.5. Dentin Bonding Sistemlerinin Gelişimi……...…20
2.1.3.5.1. Birinci Kuşak Dentin Adezivleri……20
2.1.3.5.2. İkinci Kuşak Dentin Adezivleri…….....20
2.1.3.5.3. Üçüncü Kuşak Dentin Adezivleri……..21
2.1.3.5.4. Dördüncü Kuşak Dentin Adezivleri……...22
2.1.3.5.5. Beşinci Kuşak Dentin Adezivleri……...24
2.1.3.5.6. Altıncı Kuşak Dentin Adezivleri…….....24
2.1.3.5.7. Yedinci Kuşak Dentin Adezivleri…….....26
2.1.3.6. Mikrosızıntı…….....26
2.2. Lazerler…….....29
2.2.1. Günümüzde Diş Hekimliğinde Kullanılan Farklı Lazer Sistemlerinin Özellikleri…….30
2.2.1.1. CO_2 Lazerler…….....30
2.2.1.2. Nd:Yag Lazerler……..30
2.2.1.3. Diod Lazerler……...……31
2.2.1.4. Argon Lazerler……...……..31
2.2.1.5. Excimer Lazerler……..32
2.2.1.6. Erbiyum Lazerler……..34
2.2.1.6.1. Erbiyum Lazerlerde Sert Doku Lazer Biyofiziği…….35
2.2.1.6.2. Erbiyum Lazerlerin Teknik Özellikleri……38
2.2.1.6.3. Erbiyum Lazerlerin Restoratif Dişhekimliğindeki Rolü ….....38
3. Gereç Ve Yöntem……43
3.1. Örneklerin Alınması……43
3.2. Örneklerin Hazırlanması……..43
3.3. Kavite Preparasyonları……44
3.3.1. Lazer Uygulaması İle Kavite Preparasyonu…….....45
3.3.2. Geleneksel Yöntemle Kavite Preparasyonu…….....47
3.4. Lazer İle Yüzey Pürüzlendirme İşlemi ……..48
3.5. Adeziv Materyallerin Uygulama Aşamaları…….....49

3.5.1. Adper Prompt L-Pop Uygulaması……...49
3.5.2. Clearfil Se Bond Uygulaması…….....50
3.5.3. Adper Schotchbond Multi Purpose Uygulaması……51
3.6. Kullanılan Led Cihazı…….....54
3.7. Restorasyonun Yapılması ……54
3.8. Mikro Sızıntının Mikroskop Altında İncelenmesi……57
3.9. İstatistiksel İnceleme…….59
4. Bulgular…….....60
5. Tartışma……..74
6. Sonuçlar..……86
7. Kaynaklar……87
8. Özgeçmiş…… 95

ŞEKİLLER

Şekil 1: Lazer ışınının dokuda izlediği yollar
Şekil 2: Farklı tip lazer dalga boyları
Şekil 3: Farklı tip lazerlerin su absorbsiyon skalası
Şekil 4: Kavite preparasyon şeklinin gösterimi
Şekil 5: Skorların şekille gösterilmesi

RESİMLER

Resim 1: Dişlerin temizlendikten sonraki görünümleri

Resim 2: Kullanılan Er:Yag lazer cihazının görüntüsü

Resim 3: Kullanılan Er:Yag lazer cihazının başlığı ve chisel tip ucu

Resim 4: Kullanılan Lazer parametrelerinin gösterilmesi

Resim 5: Er:Yag lazer ile açılmış kavite

Resim 6: Geleneksel yöntemle hazırlanan kavitelerde kullanılan frezler (A,B), Başlık (C) ve Açılan Kavite (D)

Resim 7: Self-Etch adeziv ajan olarak kullanılan Adper Prpmpt L-Pop Seti

Resim 8: Self-Etch adeziv ajan olarak kullanılan Clearfil Se Bond Seti

Resim 9: Er:Yag lazer ile pürüzlendirme işlemi yapılmış diş

Resim 10: Total Etch adeziv ajan olarak kullanılan Adper Schotchbond Multi-Purpose Seti

Resim 11: Kullanılan led cihazı

Resim 12: Kullanılan ecusit komposit seti

Resim 13: Bitirme işleminde kullanılan diskler

Resim 14: Dişleri ikiye ayırmada kullanılan separe (A) ve bukko-lingual olarak ikiye kesilmiş diş örneği (B)

Resim 15: Çalışmada kullanılan Stero Mikroskop

Resim 16: Adper Prompt L-Pop grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 17: Adper Prompt L-Pop grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 18: Adper Prompt L-Pop grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 1/3 ara yüzde boyanma (Skor 1) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 19: Adper Prompt L-Pop grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 1/3 ara yüzde boyanma (Skor 1) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 20: Clearfil Se Bond grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 21: Clearfil Se Bond grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda skor 3 (Aksial Duvarda Boya Yok) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 22: Clearfil Se bond grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 23: Clearfil Se Bond grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda boyanma olmadığı (Skor 0) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 24: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 25: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 1/3 ara yüzde boyanma (Skor 1) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 26: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda boyanma olmadığı (Skor 0) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 27: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 28: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 1/3 ara yüzde boyanma (Skor 1) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 29: Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede Er:YAG lazer ile pürüzlendirme işlemi yapılmış adper schotchbond multi-purpose grubunda gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

Resim 30: Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede Er:YAG lazer ile pürüzlendirme işlemi yapılmış adper schotchbond multi-purpose grubunda gingival kenarda skor 3 (Aksial Duvarda Boya Yok) (Stero-Mikroskopta 35X İle Büyütmede)

TABLOLAR

Tablo 1: Çeşitli dalga boylarında su ve minedeki absorbsiyon etkileri

Tablo 2: Dişhekimliğinde kullanılan lazerler ve kullanım alanları

Tablo 3: Kullanılan adeziv materyaller ve kullanıldıkları gruplar

Tablo 4: Çalışma için seçilen adeziv sistemlerin içerikleri

Tablo 5: Adper Prompt L-Pop için skorlara göre Er:YAG ve kontrol gruplarının istatistiği

Tablo 6: Clearfil Se Bond için skorlara göre Er:YAG ve kontrol gruplarının istatistiği

Tablo 7: Adper Schotchbond Multi-Purposebond için skorlara göre Er:YAG, kontrol ve Er:YAG etch gruplarının istatistiği

Tablo 8: 120 örnek için tekniklerin skorlara göre karşılaştırılması

Tablo 9: Tüm grupların grup içi ve toplamdaki yüzdelerinin skorlara göre dağılımı

SİMGELER VE KISALTMALAR

BAC: Benzalkolyum Klorid

BİS-GMA: Bisfenol Glisidilmetakrilat

BPDM: Bifenil Dimetakrilat

EDTA: Etilen Daimin Tetra Asetikasit

GPDM: Gliserofosforik Asit Dimetakrilat

HEMA: 2-Hidroksimetil Metakrilat

10-MPD: 10-Metakriloksidesil Dihidrojen Fosfat

4-META: 4-Metakriloksimetil Trimelliat Anhidrit

NPG-GMA: N-Fenilglisin Glisidil Metakrilat

PENTA: Dipentaeritritol Penta-Akrilat Monofosfat

PHENYL-P: 2-(Metokriloksi) Etil Fenil Hidrojen Fosfat

PMGDM/PMDM: Piromellitik Asit Dietil Metakrilat

TGDMA/TEGDMA: Trietilen Glikol Dimetakrilat

UDMA: Üretan Dimetakrilat

SEP: Self-Etching Primer

MMA: Metil Metakrilat

3 E&R: 3 Basamaklı Etch Ve Rinse Adezivler

BHT: Bütillenmiş Nhidroksitoluen

MEHQ: Monometileter Hidrokinon

TBB: Tri-N-Butilborone

BPO:Benzoil Peroksit

CQ: Kamforkinon

SEM: Scanning Electron Microscop

µM: Mikrometre

H_2O: Su

TEM: Transmission Electron Microscop

KYG: Kritik Yüzey Gerilimi

MPa: Megapaskal

NRC: Non-Rinsing Conditioner

CO_2: Karbondioksit

ND:YAG: Neodmiyum:Yittrium Aleminyum Garnet

ER:YAG: Erbiyum: Yittrium Aleminyum Garnet

ER:YSGG: Erbiyum: Yittrium Skandium Galyum Garnet

ER,CR:YSGG: Erbiyum, Cromiyum: Yittrium Skandiyum Galyum Garnet

FDA: Food And Drug Administration

LED: Light Emitting Diod

^{0}C: Santigrat Derece

mm: Milimetre

ÖZET

Bu çalışmamızın amacı Er:YAG lazer ve geleneksel yöntem kullanılarak çekilmiş süt dişlerinde açılan Klas V kavitelerde iki farklı tip self-etch adeziv ajan (Adper Promopt L-Pop ve Clearfil SE Bond) ve bir total-etch adeziv ajan (Adper Schotchbond Multi-Purpose) kullanılarak yapılan kompozit restorasyonların mikro sızıntılarının değerlendirilmesidir. Buna ek olarak total-etch adeziv sistem uygulaması sırasında Er:YAG lazer ile etching yapılan örnekleri asit ile etching yapılan örneklere göre mikro sızıntı açısından değerlendirdik.

Çeşitli nedenlerle çekilmiş çürüksüz veya minimal çürüklü 70 adet diş 7 gruba bölünerek 1.,2.,3.,4. gruplara üretici firmanın önerileri doğrultusundaki dalga boyu kullanılarak Er:YAG lazer ile 5.,6.,7. gruplara ise geleneksel yöntemle ile klas V kaviteler açılmıştır. 1. ve 5. gruba Adper Promopt L-Pop, 2. ve 6. gruba Clearfil SE Bond ve 3.,4.,7. gruplara da Adper Schotchbond Multi-Purpose uygulanmış, 4. gruba asit ile etching yerine Er:YAG ile etching işlemi uygulanmıştır.

Örnekler bonding işlemi uygulandıktan sonra ECUSİT (DMG Chemics-Pharmazeutische Fabrik GmbH Hamburg Germany) kompozit kullanılarak restore edilmiştir. Termocycling işleminden sonra örnekler %1 lik metilen mavisi içinde 24 saatte boyandıktan sonra bukko-lingual olarak kesilmiş ve ışık stereomikroskobu altında boya penetrasyonlarına bakılmıştır.

Sonuçlar Chi-Square testi kullanılarak değerlendirilmiş ve istatistiksel anlamlılıkların belirlenmesinde $p<0,05$ anlamlı kabul edilmiştir. Er:YAG lazer ile açılan kavitelerde Promopt L-Pop diğer bonding sistemlerine göre daha az mikro sızıntı değeri gösterirken,geleneksel yöntem uygulanan gruplarda en az mikro sızıntıyı Clearfil SE Bond göstermiştir. En fazla mikro sızıntı değeri Er:YAG ile etching işlemi uygulanan total etch grubunda meydana gelmiştir.

Gruplar kavite tekniğine göre değerlendirildikleri zaman gruplar arası farkın geleneksel yöntem lehine olduğu gözlemlendi. İki self-etch adeziv sistem arasında Adper Prompt L-Pop açısından Clearfil SE bond değerlendirildiğinde ise aralarında farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. En fazla mikro sızıntı değerleri total-etch sistem uygulandığında görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiği zaman süt dişlerinde Er:YAG lazer uygulamasının geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında mikro sızıntı açısından etkinliğinin daha az olduğu

görülmektedir. Uygulanan self-etch adeziv sistemi süt dişlerinde total-etch adeziv sisteme göre mikro sızıntıya daha dayanıklı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mikro sızıntı, Er:YAG lazer, Dentin-bonding, süt dişleri, Adezyon

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effects of different adhesive systems, two self-etch (Adper Prompt L-Pop and Clearfil SE Bond) and a total-etch (Adper Schotchbond) adhesives, on microleakage in class V cavities at extracted deciduous teeth, that prepared with Er:YAG laser and conventional cavity preparation method and restorated with composite resin. In addition we compared the microleakage between asit etching and Er:YAG laser etching techniques at total etch adhesive procedures. Seventy (70) caries free or has minimal caries human deciduous teeth extracted cause of different reason, divided 7 groups. Cavities designed bucco-lingual direction of teeth. In group I,II,III,IV cavities were prepared with Er:YAG laser according to manufacturer instruction and group V,VI,VII cavities were prepared with conventional method.

Fallowing adhesive systems; group I and V Adper Prompt L-Pop, group II and VI Clearfil SE Bond , group III, IV, VII Adper Schotchbond were used. On Group IV were used Er:YAG etching instead of asit etching. After adhesive procedures, all specimens restorated with ECUSİT composite resin after termocycling for 500 cycles specimens were isolated and immersed in %1 methylen blue, sectioned bucco-lingual direction and dye penetration was scored based upon the extent of the dye using a light stereomicroscope.

For statistical analysis Chi-Square test was used and revealed significant differences in dye penetration scores ($p<0,05$) between bonding agents and methods. In Er:YAG laser groups, Adper Prompt L-Pop groups showed minimal dye penetration than all groups, and in control groups Clearfil SE Bond showed minimal dye penetration than other groups. Statistically there were not too much differences between Adper Prompt L-Pop and Clearfil SE Bond groups. But although there is no statistically significance between this two groups when compared with Adper Schotchbond Multi-Purpose, the percentage and ditrubtion of score showed differences between this bonding groups.

Based on this results Er:YAG laser showed less microleakage resistance than conventional methods used self etch adhesives in this study showed more microleakage resisitance than total etch adhesives in deciduous teeth.

Key Words: Microleakage, Er:YAG laser, Dentin Bonding, Deciduous teeth, Adhesion

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Modern dişhekimliğinde, kompozit resin ve adeziv sistemlerdeki hızlı gelişmelere rağmen, restorasyonlardaki kenar sızıntısı, klinik başarısızlık nedenleri içinde başlıca problemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Restorasyon kenarlarında oluşan mikro sızıntı sonucunda ise tekrarlayan çürükler, dişte aşırı hassasiyet, pulpa patolojileri, dolgu kenarlarında renklenmeler ve sonrasında kırılmalar gibi pek çok sorun ortaya çıkabilmektedir.

Diş yüzeyinin adezyona hazır hale getirilmesi amacı ile Bounocore 1955 yılında dişhekimliği biliminde devrim sayılacak bir uygulama yaparak fosforik asidi diş yüzeyinde kullanmış ve böylece bilim adamlarının ve klinisyenlerin en büyük sorunu olan diş yüzeyine dolgu materyalinin tutunması fenomenine yeni bir bakış açısı getirmiştir (1).

Gelişen teknoloji ve yapılan araştırmalar adeziv sistemlerin bağlanma dayanımları ve fiziksel özellikleri üzerinde çarpıcı ilerlemeler sağlamıştır (2,3). Günümüzde dişhekimliği restoratif materyallerin dişe bağlanmalarını sağlamak için geleneksel mekanik metotlar yerine daha sağlıklı diş dokusunu koruyan adeziv metotları tercih etmektedir (4). Kompozit restorasyonlarla beraber kullanılan adeziv sistemlerin özelliklerinin gelişmesi, restoratif materyalin dişe bağlanmasında artışı ve mikro sızıntıda büyük oranda azalmayı beraberinde getirmiştir (2,5,6).

Süt dişlerinin farklı histo-morfolojik özelliklerinden dolayı yapılan adeziv restorasyonlarda başarısızlıklar daha fazla olmaktadır (7,8). Bu nedenle mikro sızıntıyı azaltmak için değişik kavite teknikleri ve yöntemlerde modifikasyonlar ve mevcut materyalleri değişik yöntemlerle uygulama gibi çalışmalar yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir.

Bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler, hemen her alanda büyük ilerlemeler kaydetmekte olup, çeşitli alanlarda yeni ufuklar açmaktadır. Bu bağlamda yirminci yüzyılın en etkili buluşları arasında olan lazer teknolojisinin gelişimi, farklı alanlarda hizmet edecek uygulamaların ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır.

1960 yılında Theodore Maiman (9) tarafından keşfedilen ruby lazerin 1965'te Dr.Leon Goldman (10) tarafından dişhekimliğinde kullanılması ile lazer dişhekimliğinde araştırılmaya başlanmıştır. Lazer ışının dokuya uygulanması, dokunun reaksiyonunun yanı sıra dişhekimliğinde kullanılan lazerlerin dalga

boylarının ağız içinde yapılacak farklı uygulamalarda çok değişik sonuçlar vermesi dişhekimliğinde lazere olan ilginin artmasını sağlamıştır.

Sert doku lazerleri 1990'lı yıllardan itibaren dişhekimliği piyasasında rutin kullanıma girmiştir. Sert doku lazeri olan erbiyum lazerler mine, dentin, sement ve kemikte preparasyon yeteneğine sahip olmakla beraber vibrasyonu azaltarak mikro fraktür oluşumunu, hastanın hissedebileceği rahatsızlığı ve korkuyu en aza indirme özelliğineda sahiptirler.

1997 yılında operatif dişhekimliğinde Er:YAG lazerin çürük uzaklaştırılması ve kavite preparasyonu için FDA (Food and Drug Administration) onayı almasından sonra kullanımı yaygınlaşmıştır. İlk çıkışı ile beraber üreticilerin en çok üzerinde durdukları konu olan ağrısız şekilde çürüğün uzaklaştırılması, piyasalarda bu cihazın yer bulmasına kolaylık sağlamıştır (11).

Yapılan son çalışmalar süt dişlerinde, özellikle çocuklarda yapılacak sert doku işlemlerinde, kullanılan geleneksel yöntemlerin yarattığı sesi, ağrıyı ve vibrasyon hissini ortadan kaldıran lazer sistemlerinin, çürük uzaklaştırılması başta olmak üzere çeşitli dental işlemlerde kullanımının hasta konforunun sağlanması açısından başarılı olduğunu göstermektedir (12, 13, 14).

Er:YAG lazer ile yapılan preparasyonlarda yüzeyde meydana gelen değişikliklerin geleneksel yöntemlere göre daha farklı olması ve bu değişikliklerin adeziv prosedürler açısından avantaja dönüştürülebilineceği düşüncesi Er:YAG lazerlerin dişhekimliğinde kullanımını arttırmaktadır (15,16). Er:YAG lazer kullanılarak açılan kavitelerde farklı tip adeziv sistemlerin mikro sızıntı açısından değerlendirilmesi klinik anlamda önem taşımaktadır (15,17).

Lazerle hazırlanmış olan kavitelerin geleneksel yöntemlerle hazırlanan kavitelerle karşılaştırıldığı zaman adeziv sistemlerdeki etkileşim kalıbındaki farklılıklar üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların çoğu daimi dişlerde yapılmış olan çalışmalardır.

Histolojik ve morfolojik yapısı daimi dişlerden farklı olan süt dişlerinde lazer ile açılan kavitelerde de geleneksel yöntemlere göre dolgu materyalinin ve adeziv ajanın adezyonunun farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmamızın amacı Er:YAG lazer ve geleneksel yöntem kullanılarak çekilmiş süt dişlerinde açılan Klas V kavitelerde iki farklı tip self-etch adeziv ajan

(Adper Promopt L-Pop ve Clearfil SE Bond) ve bir total-etch adeziv ajan (Adper Schotchbond Multi-Purpose) kullanılarak yapılan kompozit restorasyonların mikro sızıntılarının değerlendirilmesidir. Çalışmamızda buna ek olarak total-etch adeziv sistem uygulaması sırasında Er:YAG lazer ile etching yapılan dişlerin asit ile etching yapılan dişlere göre mikro sızıntı açısından değerlendirilmesini de amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ADEZYON:

Restoratif dişhekimliğinde son 35 yılda yapılan çalışmalarla estetik dolgu maddeleri önemli gelişmeler göstermiştir. Araştırıcılar bir yandan dolgu maddelerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin geliştirilmesine diğer yandan bu dolgu maddelerinin dişin sert dokularına adezyonla bağlanmasına ağırlık vermişlerdir.

Bounocore'nin 1955 yılında asitle pürüzlendirme yöntemini önermesi restoratif dişhekimliğinde adezyonun sağlanması açısından atılan ilk önemli adımdır. Bunu sırasıyla mine ve dentin bondingleri izlemiş ve günümüzde "Adeziv Dişhekimliği" adı verilen bir kavram ortaya çıkmıştır. Mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan adeziv dolgu maddelerinin geliştirilmesi çürük ve diğer defektlerin restorasyonu için yapılan uygulamalarda başarı oranını önemli ölçüde arttırmıştır.

Adezyon kelimesi Latince adhaerere kelimesinden köken almaktadır. Adeziv bir materyal, sıklıkla akıcı bir sıvının diğer bir substratlarla karıştırılması ve böylece iki yüzey arasında tutuculuk sağlanması ile etkinliğini gösterir (18,19).

Adezyon dört farkı mekanizma ile açıklanır (18):

1-Mekanik adezyon: Adezyonun substrat veya aderent yüzeyindeki düzensiz yapıdan sağlanması olayıdır.

2-Adsorbsiyon adezyonu: Adezyon, aderent ve adeziv arasında yapışmadır. Kuvvetler primer (iyonik ve kovalent) veya sekonder (hidrojen bağları ve dipol etkileşimler veya van der waals) kuvvetlerden meydana gelmiştir.

3-Difüzyon adezyonu: Hareketli moleküller arasında (örneğin; iki polimer arasında polimer zinciri son uçlarının karşılıklı yüzeyler arasında diffüzyonu sonucunda oluşan yapıya benzer şekilde) meydana gelir.

4-Elektrostatik adezyon kuvvet: Bir polimerle beraber yüzlerdeki çifte elektrik tabakası tüm yapışma mekanizmasının bir bölümünü oluşturur.

Söderholm'e göre resinler diş yapısına şu 4 mekanizma ile bağlanmaktadırlar. Bu mekanizmalar (20):

1-Mekanik: Resin penetrasyonu ve resin taglarının diş yüzeyinde formasyonudur.

2-Diffüzyon: Mekanik ve kimyasal olarak resin monomerlerinin diş yüzeyi üzerindeki maddelere çökelmesidir.
3-Absorbsyon: Kimyasal olarak inorganik komponentlere (hidroksiapatit) veya diş yapısındaki organik komponentlere (tip 1 kollajen) bağlanmasıdır.
4-Bu üç maddenin bir kombinasyonudur.

İyi bir adezyon için, adeziv ve substrat (mine ve dentin) arasında yakın bir temas sağlanmalıdır. Adezivin yüzey enerjisi mine ve dentinin yüzey enerjisinden daha düşük olmak zorundadır. İyi bir adezyon için adezyon türüne bakılmaksızın sağlanması gereken bazı koşullar vardır. Bu koşulların başında yüzeylerin temiz olması gelir. Van der Waals kuvvetlerinin oluşabilmesi için adeziv ile aderent birbirlerine 3-4 Aº kadar yakınlaşmalıdır. Herhangi bir artık tabakanın varlığı, bu yapışmayı engeller ve adezyon olumsuz yönde etkilenir (4,5,18).

Adezivin yüzey gerilim değeri, aderentin kritik yüzey gerilim değerine eşit veya daha az olmalıdır. Diş dokusunun kritik yüzey gerilim değeri (KYG) ; kalıtım, hijyen, beslenme gibi etkenlere bağlı olarak 30-40 dyn/cm arasında değişir. Bu durumda adezivlerin yüzey gerilim değeri de yaklaşık 20-30 dyn /cm olmalıdır. Adezivin yüzey gerilimi ne kadar düşükse değme açısı da o kadar azalacak ve daha güçlü bir adezyon oluşacaktır (5,18)

Diş yüzeyinde plak, diş taşı, tükürük, kan, enzimatik bileşikler ve yiyecek artıkları gibi eklentilerin bulunması, kullanılan havada kan ve nem artıklarının varlığı, diş dokusunun KYG değerini düşürerek adezyonu olumsuz yönde etkiler (5).

Diş yüzeyinde morfolojik düzensizlikler ve kavite hazırlanırken kullanılan aletlerin oluşturduğu girinti ve çıkıntılar değim açısını değiştirip adezyonda olumlu rol oynar ve adeziv ile temas eden yüzeyin alanını arttırarak mekaniksel adezyonu gerçekleştirir (5).

2.1.1. MİNE ADEZYONU:

Buonecore 1955 yılında asit etching tekniğini dişhekimliğine tanıttığından beri, bu yöntemin diş yapısı ile resin arasındaki bağlanmada artış sağladığını gösteren birçok araştırma yapılmıştır (1,18).

Asit etching düz bir yüzeye sahip olan minede, düzensiz bir yüzey oluşturarak serbest yüzey enerjisini arttırır. Sıvı resin içeren madde bu oluşturulan düzensiz mine

yapısına uygulandığı zaman resin yüzeye penetre olur ve polimerizasyon sağlandığı zaman materyal mine yüzeyine tam bir şekilde bağlanır. Buonecore ve Barkmeier'e göre mine yüzeyinde resin mikro taglarının oluşması resin mine adezyonunun temel makanizmasıdır (1,18,21). Gwinnet ve Silverston'a göre minenin asitlenmesi 3 farklı mikromorfolojik yapı oluşturur:

- Birinci tipte prizmaların merkezinde bir çözünme olurken prizmaların periferinde bir çözünme olmaz.
- İkinci tip ise birinci tipin tam tersi olarak prizmanın periferindeki yapı çözünürken merkezdeki yapı sağlam kalmaktadır.
- Üçüncü tip ise mine prizmaları ile bağlantılı olmaksızın diğer alanlarda meydana gelen çözünmedir (18).

Branström ve Triolo minede asitleme süresini ve asit konsantrasyonunu azaltmaya yönelik çalışmalar yapmışlardır. Retief, Simosen, Meola, Edielman, Gardner gibi araştırıcılar çeşitli konsantrasyonlarda ve sürelerde minede asit uygulaması yaparak ideal asit uygulama konsantrasyonu ve süresini belirlemeye çalışmışlardır (4,22).

Gwinnett ve Buonecore'un yaptığı ve zamanla araştırıcıların geliştirdiği ortalama asit yüzdesi % 30-40 arasındadır. Bu konsantrasyonda asit uygulaması minede iyi bir adezyon için gereken yeterli miktardır (18). Uygulama süresi açısından yapışma dayanıklılığı ve mikro sızıntıyı en aza indrimek için Gilpatric ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarda ideal sürenin 15 ile 60 saniye arasında olduğunu belirlemişlerdir (23).

Mine bonding ajanları asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyini kolayca ıslatır. Girintilere penetre olarak pürüzlü yüzeyi 1-5µm kalınlığında kaplar ve polimerize olur (5). Mine içerisine bonding ajanının uzanan mikroskobik çıkıntılarına resin tagları adı verilmektedir (5). Resin tagları bonding ajanının interprizmatik boşluklara penetrasyonu sonucunda, mine prizmalarının dış yüzeyleri arasında oluşursa makrotag adını alırlar. Hidroksiapatit kristalleri çözündüğünde mine prizmalarının uçkısımlarında organik yapıda çukurcuklar meydana gelir. Mikrotaglar resinin bu çukurcuklara penetrasyonu ile oluşur (5).

2.1.2. SÜT DİŞİ MİNESİNE BAĞLANMA

İlk zamanlarda, süt dişinde aprizmatik mine tabakasının inceliği nedeniyle, süt dişindeki asitleme zamanının, sürekli dişlerdeki asitleme zamanının 2 katı olması gerektiği söylenmiştir (22,24). Simonsen'in yaptığı araştırmada pit ve fissür örtücü uygulamasında süt dişi oklüzal mine yüzeyinde 60-120 saniyelik asit uygulamalarında retansiyon oranında hiçbir değişikliğin olmadığını belirtmiştir (25). Yapılan çalışmalardan sonra daimi dişlerde asitleme süresi 15 saniyeye inerken benzer şekilde kalan süt dişi minesi için ise 15 saniyelik bir asitleme tatmin edici bulunmuştur (22).

Hosoya ve arkadaşları 30 ve 60 saniye etching yapılan süt dişi minesinin altındaki prizma yapısının görünümleri arasında hiçbir fark olmadığını belirtmiştir (26).

Asitleme zamanındaki bu azalma fosforik asit etching sonrası prizma yapısının varlığında yüksek oranda artış göstermiştir. Kesilmemiş süt dişi minesinde fosforik asit ile etching yapıldığı zaman oluşan hibrit tabakada yapılan TEM analizleri, hibridize aprizmatik mineyi resin taglarından yoksun olarak göstermiştir (18).

Süt dişlerinde mine resin ara yüzünde aprizmatik tabakanın kesim yapılarak tamamen kaldırılması ile altta kalan prizmatik minedeki hibrit tabakasının, daimi dişlerde gözlemlenen hibrit tabakasına benzemediği gözlemlenmiştir (5,18).

Shimida ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada etching etkisinin süt dişi minesinde daha fazla olduğu görünse bile, bir total etching veya self etching adezivi kullanıldığında süt ve sürekli dişler arasında yapışma dayanıklılığı açısından hiçbir farklılığın olmadığını bulmuşlardır (27).

Schimmit ve Lee yaptıkları çalışmalarda mikro sızıntı açısından 3 basamaklı ve 2 basamaklı total etch adeziv sistemleri kullanıldığında süt ve sürekli dişler açısından hiçbir farkın olmadığını belirtmişlerdir (28).

2.1.3. DENTİN ADEZYONU:

Restoratif dişhekimliğinin adezivlere bakış açısı son yıllarda yapılan çalışmalarda yeni adeziv tekniklerinin tanıtılması ile değişmiştir. Yapılan çalışmalara ve geliştirilen birçok materyale rağmen dentine adezyon hala zordur (18,29).

Adeziv materyaller dentine farklı yollarla bağlanır. Bunlar; mekanik, kimyasal veya her ikisi ile bağlanmadır (4,18).

Araştırıcılar adezyonun asit etching ile ortaya çıkan kollajen fiberlerin, telle işlenmiş gibi görüntü veren yapısı içine adeziv monomerlerin penetrasyonu sonucu oluştuğuna inanmaktadırlar (29).

2.1.3.1. DENTİN DOKUSU:

Mineye bağlanma büyük teknik ihtiyaç gerektirmeden ve zorluk olmadan gerçekleştiğinden dolayı dentine göre daha kolaydır (4,5,18,22). Mine ve dentin arasındaki birçok faktör bu farklılığı sağlar. Mine kompozisyonu itibariyle %90'dan fazla hidroksiapatitten meydana gelmiş yüksek mineralize bir doku olmasına ragmen, dentin önemli miktarda su ve organik madde, özellikle tip-1 kollajen, içermektedir (30). Dentin aynı zamanda mine-dentin sınırından pulpaya kadar ilerleyen bir tübüler ağ yapısına sahiptir. Tübüller, peritübüler dentin adı verilen hipermineralize dentin ile kaplanmıştır. Daha az mineralize intertübüler dentin karakteristik kollajen bağ ile kollajen fibriller içerir. İntertübüler dentin submikron kanallara penetre olarak intertübüler anastomozları sağlarlar. Dentin içsel olarak hidrate bir dokudur, 1-2.5 μm çapında sıvı ile dolu dentin tübüllerinin oluşturduğu bir labirent söz konusudur. Pulpadan mine-dentin sınırına sıvının hareketi ile oluşan zayıf fakat devamlı bir pulpal basınç vardır (30).

Pulpal basıncın seviyesi 25-30 mmHg veya 35-40 cm H_2O'dur (4,18,22). Dentinal tübüller içerisinde odontoblastlardan kaynaklı hücresel uzantılar bulunmaktadır. Bu nedenle pulpayla indekt bağlantısı vardır. Tübül lümeninin içinde diğer fibröz organik yapılar (lamina limitans) gözlenebilir (30).

Tübüller mine dentin birleşiminde sadece %1'lik bir kısmı kaplarken, pulpaya yaklaştıkça bu değer yaklaşık olarak %20'lik bir kısma ulaşır. Ortalama tübül yarı çapı yaklaşık olarak periferde 0.63 μm iken pulpa yakınında 2.37 μm'dir (4,18,31). Adezyon diş preparasyonundan sonra kalan dentin kalınlığından etkilenir (32). Yapışma dayanıklılığı yüzeyel dentinde, derin dentine oranla daha fazladır (22).

Frezle veya diğer aletlerle diş prepare edildiğinde smear tabakasından kaynaklanan inorganik ve organik debrisin yüzeyde kalması söz konusudur. Smear

tabakası dentin kanallarının ağızlarını tıkayarak %86 oranında dentin permabilitesini azaltır (33).

Dişin servikal bölgesinde mine dokusu kısmen ince olduğu için dentin kırılgan, peritübüler dentin miktarı fazla ve tübül yoğunluğu azalmıştır. Odontoblastlar bu bölgede, dış etkenlere, hidroksiapatit kristalleri ile dentini örtüp aside dirençli sklerotik dentin oluşturarak karşı koyarlar. Sklerotik dentinde kristal birikiminin tübülleri daralttığı görülür (30). Bu bölgelerde resinin dentine penetrasyonu sınırlıdır, oluşan hibrit tabakanın daha ince olması nedeniyle dentin adezyonu ve resin bağlanma dayanıklılığı olumsuz yönde etkilenir (18,22).

Adeziv sistemlerin başarısında o bölgedeki mine ve dentinin yapısı kadar lezyonun lokalizasyonu, büyüklüğü ve şekli de önemlidir.

2.1.3.2. SMEAR TABAKASI

Kavite preparasyonu boyunca döner ve el aletlerinden çıkan artıkların mine ve dentin yüzeyinde şekil alması sonucunda oluşan tabakaya Smear Tabakası denir (18,22,33).

Smear tabakası, kesim sonucu oluşan kalsifik yapıya sahip debrisin mikroorganizmalar ile kontamine olarak alttaki diş yapısı ile bağlantısını kesen tabakadır. Bu iatrojenik olarak oluşan debris tabakası kesilmiş diş ile restoratif materyal arasında adezyonun şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır (4,18,22,33,34).

Preparasyondan sonra, diş yüzeyi kan, tükrük, bakteri, hidroksiapatit kristalleri ve denatüre kollajenlerden oluşan smear tabakası ile kaplanır(2).

Smear tabakası alttaki diş yüzeyine bağlandıktan sonra, hava-su spreyi kullanılarak veya çalkalama yapılarak uzaklaştırılamaz (22).

Meryon ve arkadaşlarının yaptıkları invivo çalışmada Etilendiamintetraasetikasit (EDTA) smear tabakasının uzaklaştırılmasında en etkili ajan olarak bulunmuştur. Smear tabakasının uzaklaştırılmasında sitrik, poliakrilik, laktik ve fosforik asit kullanımında da etkili sonuçlar alınmıştır (4).

Çeşitli çalışmalarda yapılan SEM analizlerinde smear tabakasının 0,5 ile 2 μm kalınlıkta dentini tamamen kaplayan bir yapıda olduğu gözlemlenmiştir (33). Dentinal tübül ağızları smear tıkaçları ile tamamen kapatılmış ve bu tıkaçlar tübül

içine 1-10 μm arasında derinliğe kadar ilerleyebilmektedirler (4,18,22,33). Bu tıkaçlar smear tabakasından bağımsız değillerdir. Smear tabakası her ne kadar dentin tübüllerini tıkasa da yapılan çalışmalarda smear tabakasının poröz bir yapısının olduğu ve çok küçük miktarlarda da olsa dentinal sıvı geçişine izin verdiği belirtilmiştir (33,35).

Smear tabakası etkin bonding sağlanmasını engelleyebilir ve alttaki dentine zayıf bir bağlantı oluşmasına neden olur. Bu nedenle adezyonun sağlanması için smear tabakasına uygulamalar iki teknik ile yapılır:

1. Smear tabakasının tamamen kaldırılması (etch ve rinse olarak)
2. Smear tabakasına penetre olabilecek ajan kullanarak bonding tabakasının içine dahil edilmesi (36) .

Bu iki uygulama da başarılıdır (4).

Pashley ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmada smear tabakasının tamamen kaldırılması ile dentin tübüllerinin geçirgenliğinin arttığı gösterilmiştir (34).

Smear tabakası oluştuktan sonra permabilitenin azalması nedeni ile asit kullanarak smear tabakasının uzaklaştırılması geçirgenliği % 90 oranında arttırır (4,22). Özellikle bu tabakanın kaldırılmasının postoperatif hassasiyeti ve açılan dentin tübülleri aracılığı ile bakteriyel kontaminasyonu arttırdığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (4). Günümüzde ise smear tabakasının tamamen kaldırılması yerine smear tabakası ile bağlantılı adeziv sistemlerin (self-etch) popülerliği artmıştır.

2.1.3.3.ADEZİVLERİN KİMYASAL KOMPOZİSYONU:

2.1.3.3.1. RESİN KOMPONENT:

Adeziv ile kompozit arasında iyi bir kovalent bağ sağlanabilmesi için dental adezivler; kompozit restoratif materyallerininde yapısında benzer şekilde olan resin monomerlerini içerirler. Kompozitlere benzer olarak adezivlerde de sertleşen resin matriks vardır. Omurga görevi görerek, yapısal olarak fizikomekanik açıdan dayanıklılık sağlar. Monomerler bu nedenle adezivlerin en önemli komponentidir. Bunlar adezivin anahtar yapılarıdır.

Temelde iki tip monomer vardır. Bunlar çapraz bağlayıcılar ve fonksiyonel monomerler olarak ayrılırlar. Bununla beraber fonksiyonel monomerler sadece bir

polimerize olabilen grup taşırken çapraz bağlayıcılar iki adet veya daha fazla polimerize olabilen grup (vinyl-grubu veya –C=C-) taşırlar. Birçok fonksiyonel monomer, fonksiyonel grup olarak adlandırılan özel kimyasal grup taşırlar. Bu gruplar monomere özel fonksiyonlarını verirler. Fonksiyonel monomerler sertleşme esnasında liner (çizgisel) monomerlere şekil verirler. Liner polimerlerle karşılaştırıldığında fonksiyonel monomerler daha yüksek mekanik dayanıklılık gösterirler. Bu nedenle çapraz bağlayıcı monomerler adeziv resinlerle güçlendirme ihtiyacı duymaktadır. Bazı monomerler karışık moleküler yapıya sahiptir. Bunların çoğu polimerize olabilen fonksiyonel grup ve çapraz bağlı monomerleri (PENTA, BPDM, TCP ve PMD) içerirler (37). Bu monomerlerden bazıları su ile karıştırıldığında hidrolize olur ve fonksiyonel monomerlerin şekilleri bozulur. Bunun en tipik örneği di-HEMA fosfat ve pyro-EMA'nın (Dentsply) hidrolize oldukları zaman HEMA-Fosfat formuna dönüşmesidir.

Geleneksel olarak primer hidrofilik fonksiyonel monomerleri içerirler. Bununla beraber hidrofobik çapraz bağlantılı ajanlar takip eden basamaklarda uygulanır. Örneğin 3 basamaklı etch ve rinse adezivler (3E&R) ve 2 basamaklı self-etch adezivlerde (2-SEA) kullanılır. Firmalar bu aşamayı daha basitleştirmek için tek basamaklı self-etch adezivleri (1-SEA) üretmişlerdir (38).

Monomerlerin yapıları 3 ana kısımda incelenir. Bunlar; ara halka, polimerize olan grup ve fonksiyonel gruptur. Farklı polimerize olan grupta resin sistemlerinin kulpuna bağlanacak olan maddeler vardır. Bu maddeler içinde en yaygın olarak kullanılan akrilat ve metakrilat monomerleridir. Genellikle akrilik sistemlerin avantajları kolaylıkla radikal poimerizasyon reaksiyonu vermeleri, renksiz ve tatsız oluşlarıdır (37).

Akrilatlar ve metakrilatlar arasındaki en büyük fark reaktiviteleridir. Metakrilatlara zıt olarak akrilatların yapışması çok daha reaktiftir. Bu nedenle biyo-uyumluluğu azdır ve ömürleri kısadır. Hem akrilatlar hemde metakrilatlar ester gruplarının hidrolizinden etkilenir. (R1-CO-OR2) (39). Metakrilamidler ester grubu yerine suya daha dayanıklı olan amid grubu içerirler (R1-CO-NH-R2) (40). Polimerize olabilen gruplar genellikle hidrofobik davranış gösterirler.

Monomerlerin ara halkasının, fonksiyonel ve polimerize olan grupları iyi şekilde ayırmanın dışında herhangi bir fonksiyonu yoktur ancak monomer özellikleri

üzerinde önemli etkiye sahiptirler. Ara halka genellikle akril zinciridir. Fakat esterler, amidler veya aromatik gruplar gibi farklı gruplar da içerirler.

Fonksiyonel monomerlerdeki fonksiyonel grup, genellikle hidrofilik özellik gösterir. Bu grup birçok amaç için kullanılır. Dentinin demineralizasyonunu ve ıslatılmasını arttırırken, florid salma ve antibakteriyel özelliklerinin artmasına da yardımcı olur. Bu nedenle adezyonu sağlayan fonksiyonel monomer olarak adlandırılır. Adezivler hidrofilik özellikleri ile yapışma dayanıklılıklarının arttığı görülmüştür (41). Ticari olarak kullanılan en yaygın gruplar fosfatlar, karboksilik asit ve alkol gruplarıdır.

Dönüşme oranı (Conversion Rate) polimer ile sonuçlanan çok önemli bir etkendir. Basit adezivlerde dönüşüm oranı düşüktür. Düşük dönüşüm oranı mekanik dayanıklılığı olumsuz yönde etkilerken yüksek permeabilite oluşturur. Bu da fazla su absorbsiyonuna ve daha fazla nano sızıntıya neden olurak, diş ile kompozit bondingin yapışmasını azaltır (37).

Polimerizasyon birçok faktöre bağlıdır, örneğin oksijen varlığında oksijen inhibisyon tabakası oluşur (42). Dentinde intrinsik su varlığında veya adezivden artık kalan çözücü varlığında polimerizasyon inhibe olur (22).

Birçok üretici hastaları koruyan, sentezlenebilen, rahatlatılmış monomer kullanmaya başlamıştır.

2.1.3.3.1.1. HEMA:

HEMA geniş bir şekilde kullanılan çok küçük monomerdir (43). Dişhekimliği dışında da yaygın olarak kullanılır. Çok iyi biyolojik uyumluluğu vardır. Fakat sertleşmiş olan monomeri yüksek oranda alerjik potansiyele sahiptir (37). Sertleşmemiş olan HEMA suda, asetonda ve/veya asetonda çok iyi çözünen bir materyaldir. Bununla birlikte HEMA aynı zamanda adeziv solüsyondan buharlaştırılarak ayrılabilir. HEMA'nın bir diğer karakteristik özelliği ise hidrofilik olmasıdır. Bu monomer hiçbir zaman deminerializasyon ajanı olarak kullanılmaz. Hidrofilik olması nedeni ile mükemmel bir adezyon sağlamaktadır (44). Dentin ıslanması arttırıldığı zaman, HEMA yapışma dayanıklılığını arttırır. Fakat sertleşmiş veya sertleşmemiş HEMA her iki durumda da suyu absorbe eder.

Jackobsen ve Söderholm HEMA içeren adezivlerin su kontaminasyonuna çok açık olduğunu ve sertleşmemiş HEMA'nın suyu absorbe ederek polimerizasyonun inhibisyonuna neden olacağını açıklamışlardır (45).

HEMA kullanılan materyallerde mekanik dayanıklılığı etkileyen en önemli faktör; yüksek oranda HEMA varlığında düşük kalitede flexible monomer oluşmasıdır. Poli HEMA temelde flexible poröz bir monomerdir (46). Yüksek konsantrasyonlarda HEMA oluşan polimerin mekanik etkilerinin bozulmasına neden olabilir (22,46).

HEMA aynı zamanda suyun buharlaşma basıncını da azaltır. Yüksek miktarda adeziv solüsyondan çözücünün buharlaşmasını engeller (22). Tüm metakrilatlar gibi HEMA temel pH'ta ve asidik pH'ta hidrolize açıktır. HEMA sıkıkla iyi bir ıslanma sağlayabilmek için adezive katılır. Bu özellik solüsyonun içindeki hidrofilik ve hidrofobik komponentin stabilitesini arttırır ve solusyonun içindeki içerikleri korur.

2.1.3.3.1.2. 10-MDP:

10-MDP Kuraray tarafından orijinal olarak sentezlenmiş ve patenti alınmıştır. Su içerisinde iki protona ayrılan Dihidrojenfosfat grubu yerine etching monomeri olarak kullanılmaktadır. Yapısal olarak uzun ve karmaşık zincir yapıları bu monomerde tamamen hidrofobiktir. Bu monomerin en uygun çözücüleri etanol ve asetondur. Diğer materyaller ile karşılaştırıldığı zaman 10-MDP hidrolize dayanıklıdır.

Yoshida ve arkadaşları kalsiyum ile bu monomerin kuvvetli iyonik yapışma sağladıklarını ve bunu da çözelti içinde kalsiyum tuzları oluşturarak ve çözünme oranını düşürerek yaptığını belirtmişlerdir (47).

Yoshida ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (47); 4-MET'e ve Fenil-P ye zıt olarak 10-MDP'nin hidroksiapatit kristaline en iyi yapışan kimyasal ajan olduğu belirtilmiştir. İn vitro klinik çalışmalarda iyi değerler sergileyen Clearfil SE Bond (Kuraray/Japan) (37,48) diş dokusu ile çok hassas bağlantı kurar.

2.1.3.3.1.3.DİMETAKRİLATLAR:

BİS-GMA, UDMA, TEGDMA adezivlerei sıklıkla kullanılan çapraz bağlı ajanlardır. Yoğun şekilde çapraz bağlı polimerlere şekil verdiklerinden dolayı direkt olarak mekanik dayanıklılık sağlarlar. Adezivler içinde metakrilat monomerleri ile karşılaştırıldıkları zaman genellikle hidrofobik karakter gösterirler. Bu durum onları su içinde sınırlı çözülebilir bir hale getirir. Bu özellik aynı zamanda sertleştikten sonra meydana gelen su alınımından da koruyarak adeziv resinin renkleşmesini önler (22,37). Suyun alınması durumuna göre en yüksekten en düşüğe dimetakrilat sıralaması TEGDMA>BİS-GMA>UDMA (37) olarak geçer.

Sıklıkla adeziv resinler çapraz monomer karışımı ile birlikte buna uygun miktarda BİS-GMA, TEGDMA ve UDMA sertleşmiş adeziv resinlerin viskozitelerinde ve sertleşmiş resinin mekanik özelliklerinde belirgin etkiye sahiptir. BİS-GMA aynı zamanda "BOWEN REZİNİ" olarak da adlandırılır. Sonradan adezivlerde sadece adeziv olarak değil aynı zamanda kompozit olarak da kullanılmaktadırlar. Bu monomerin yapısı Bisfenol-A-Diglisidil ester olarak tanımlanmış monomerdir (49).

Sertleşmiş olan BİS-GMA çok viskozdur. Yüksek molekül ağırlığı ile BİS-GMA düşük polimerizasyon aralanması ve çabuk sertleşme sağlar, mekanik dayanıklılık kalitesi üst düzey olan polimer yapısını oluştururlar. Hem monometakrilatlar hemde UDMA, EGDMA, TEGDMA gibi diğer monomerler dilüent olarak kullanılır (22,37,49). TEGDMA genellikle BİS-GMA veya UDMA ile bağlantı oluşturmak için kullanılır. TEGDMA yüksek fleksibilitesi BİS-GMA'nın rijiditesini kompanse eder ve daha yüksek dönüşme oranı sağlar. Gerilmeye karşı direncin artması ile polimerin esneklik dayanıklılığı azalır. UDMA ise BİS-GMA ile karşılaştırıldığı zaman daha düşük viskozite özelliği gösterir. Adezivlerde UDMA sıklıkla tek başına kullanılır. TEGDMA ve/veya BİS-GMA ile birliktede kullanılabilir. En belirgin özelliği esnek olmasıdır (37).

2.1.3.3.2. BAŞLATICI SİSTEMLER:

Yaygın genel kanı adeziv sistemlerin kompozit uygulaması sonrasında en iyi şekilde sertleşmesidir. İlk amaçlanan adeziv tabakasının iyi bir mekanik dayanıklılığın olması ve optimal derecede dönüşüm göstermesidir. İkinci olarak

adeziv resin tabakasının kompozit uygulanması sırasında inceliğidir. Dental resin içinde monomerlerin radikal polimerizasyon reaksiyonunu oluşturarak polimerizasyonu sağlarlar (37).

Başlatıcılar genellikle radikal polimerizasyon reaksiyon oluşumunu sağlarlar. İnitatör miktarı resinin mekanik dayanıklılığına bağlıdır. Foto-initatörler elektro manyetik enerjiyi absorbe ederler. Foto-initatörlerde self-cure oranında seçim tamamen kullanılan adezivin amacına bağlı olarak değişir. Polimerizasyonun ışık ile başlamasının en büyük avantajı reaksiyonun başlamasının kolay kontrolüdür. Self-cure sistemini kullanmanın en iyi yolu ışının adezivlere gelmesini engellemektir. Adezivlere hem foto-initatörler hem de kimyasal sertleşen ajanlar eklendiği zaman Dual-Cure olarak adlandırılırlar. Adeziv sistemlerde eklenen başlatıcı miktarı adezivde kullanılan başlatıcının tipine bağlıdır. Ancak hacimce çok küçük miktarlarda (% 0,1-1) kullanılırlar (37).

2.1.3.3.2.1.FOTO-İNİTATÖRLER:

Birçok mekanizma ile serbest radikal üretseler bile genellikle keton (C=O) içerirler. Aktifleşmiş elektronlar gerekli dalga boyunda enerjiyi absorbe ettikten sonra daha yüksek bir orbitaya yükselir (4,18,22,37).

Daha sonra dekompozisyona uğrar ve serbest radikallere ayrılır. Tip 1 veya foto- fragmantasyon, foto-initatörler (benzoin esterleri, benzopropoan, PPD gibi) veya foto-initasyonun etkileşim sahasında biyomoleküler reaksiyon ile ikinci bir molekül yardımıyla (ko-initatör) serbest radikali sağlar. Bu duruma Tip II veya elektron transfer foto-initasyonu denir. Sonrasında ko-initatör foto-initatöre eklenir. Foto-initatörlerin önemli bir karakteristiği absorbsiyon dalga boyu tepesi ve absorbsiyon spektrumudur.

Adezivlerde kullanılan en popüler fotoinitatör Camforkinon (CQ) bir ko-initatör olarak kullanılır. Mavi ışığı aldıktan sonra, hidrojenin ayrılması ile radikalleri yeni uyarılmış bir komplekse bırakır. CQ geniş bir spektrumunda ışığı absorbe eden mükemmel bir foto-initatördür. 360-510 nm arasında ışığı absorbe eder. Ama en iyi absorbsiyonu 486 nm mavi ışıkta yapar. CQ suda çözündüğü zaman absorbsiyon tepesi 457 nm ye kadar düşer (mavi ışık). Diğer foto-initatör olarak 1-Fenil 1,2 propanedione (PPD) ise hem fotoinitatör hem de co initatör olarak kullanılır (37).

2.1.3.3.2.2.KİMYASAL İNİTATÖRLER:

Polimerizasyonları için ışığa ihtiyaç duymayan initatörlerdir. Kimyasal olarak sertleşen adezivler standart olarak, initatörlerle beraber co- initatörlerin karışımına ihtiyaç duyar, böylece sertleşme reaksiyonu başlar. İki farklı şişede bulunurlar. Dişe uygulanmadan hemen önce karıştırılmalıdırlar. Kendiğinden sertleşen resinlerde en sık kullanılan initatör benzoilperoksittir (BPO). Benzoilperoksit tersiyer aminle bağlantı kurar (37,40).

BPO tersiyer amin ile ko-initatör gibi bağlantı kurar ve radikal oluşturur. Renksiz kristal yapıdadır ve suda çözünürlüğü çok azdır. Fakat etanol ve asetonda çok daha iyi çözünür. Tüm organik bileşiklere benzer şekilde BPO ışık ile temasa geçince düşük fotolizise uğrar. Bu nedenle self cure adezivler karanlıkta saklanmalıdır.

Sıcaklığın artması radikal formasyonuna yardımcı olur. Bu nedenle adeziv setinin buzdolabında saklanması önerilir. Suda çözündüğü zaman BPO hızlı hidrolize uğrar. Bu da pH'a bağlıdır. BPO su içeren adezivlerde kullanılmaz, eğer bu tür bir adezivde kullanılacaksa ayrı şişede satılır. Tri-N-Butilborone (TBB) diğer bir başlatıcı ajandır. Simantasyonda kullanılacak olan adezivlerde sıklıkla kullanılır (37).

2.1.3.3.3. İNHİBİTÖRLER:

İnhibitörler dental resinlere, erken reaksiyonun başlamasını engellemek için katılırlar. Çok farklı saklama koşullarında yapısal olarak etkilenirler, örneğin; yüksek sıcaklıklarda bazı başlatıcı moleküller bozulabilir veya radikallere dönüşerek reaksiyona girebilirler. İnhibitörler ve geciktiriciler kendiliğinden polimerizasyonun oluşmasını engellerler. Adezivin içine katılacak inhibitör oranı, içindeki sabit olmayan monomer miktarına bağlıdır. Polimerizasyon reaksiyonunda iki komponentin karışımı yapılırken ışıkla temas engellendiği zaman daha az inhibitör kullanılır. Esas polimerizasyon reaksiyonu başlamadan, küçük miktarda inhibitör oluşan serbest radikal formasyonunu inhibe eder. En fazla kullanılan inhibitörler; bütillenmiş nhidroksitoluen (BHT) ve monometileterhidrokinondur (MEHQ). BHT hidrofobik adezivler için MEHQ ise hidrofobik adezivler için kullanılır (4,18,22,37).

2.1.3.3.4. ÇÖZÜCÜLER:

Adezivin dentine yapışması için adezivlerin yapısına çözücüler katılır. Hidrofilik monomerler çözücüye eklendiğinde adezivin ıslanma yeteneği gelişir. Düşük viskozitelerde primer ve/veya adeziv resin monomerlerinin solvent içinde çözülmesine bağlı olarak çözünür ve böylelikle mikro-retantif diş yüzeyine difüzyon yeteneğini arttırır. Etch ve rinse adezivlerde çözücünün esas görevi; 3E&R adezivlerde primerlerinde ve 2E&R de primer ve adezivde kombine olarak demineralize dentinde kollajen ağa iyi bir penetrasyon sağlamaktır. Çözücü hava ile kurutulmuş olan dentinde daralmış olan ağı genişletecek yetenekte olmalıdır (45). SEA'da suyun çözücü gibi kullanılması asidik monomerin iyonizasyonunun sağlanması açısından çok önemlidir (46).

Adezivlerde su, etanol ve aseton çok kullanılan çözücülerdir. Diğer polivalent alkol çözücüleri de denenmiş ancak ticari olarak kullanılmamaktadır. Bir organik çözücünün kullanımı, ucuz olması veya kolay bulunmasının yanı sıra biyo-uyumluluğunun da iyi olmasına bağlıdır. MMA ve HEMA diğer monomerler için tanımlanmış küçük moleküllü bileşiklerdir. Bu nedenle çözücü olarak adlandırılırlar. Bununla beraber HEMA'daki hidroksil grubu aynı zamanda hidrojen yapışmasını da sağlar (5,22,37).

2.1.3.3.5. DOLDURUCULAR:

Kompozit resinler her zaman doldurucu partikül içermelerine rağmen adeziv resinlerin doldurucu içerdikleri pek görülmez. Adeziv resinler doldurucu içerip içermemelerine göre

- Doldurucu içeren adezivler
- Doldurucu içermeyen adezivler olarak ikiye ayrılırlar

Direk olarak restorasyonların diş dokusuna yapışmasını sağlayan adeziv sistemlerde geleneksel olarak doldurucu partikül bulunmaz. Doldurucular adezivlerin içine çeşitli amaçlar için katılırlar. Adeziv resin tabakası; kompozit dolgu ve diş arasına yerleşir; zayıf gerilme dayanıklılığı ve düşük elastiklik modülüsü nedeni ile zayıf bir bağ oluşturur (43). Birçok araştırıcı doldurucu eklenerek adezivlerin

güçlendiğini belirtmiştir. İkinci olarak üreticiler sıklıkla adezivlerin viskozitesini değiştirmek için doldurucu kullanırlar. Çok ince adeziv tabakası oksijen inhibisyonu boyunca resin polimerizasyonunun tamamlanmamasına neden olur. Kimyasal kompozisyonlarına bağlı olarak doldurucular florid salınımı ve radyoopasite sağlarlar (5,22,37).

Adeziv resinler doldurucu içeriği açısından iki noktada kompozit resinlerden ayrılırlar:

- İlk olarak sadece düşük miktarlarda doldurucu içermeleridir. Aksi halde yüksek vizikoziteden dolayı bonding substratı ıslatamaz. Bazı adeziv resinler hacimce %50'den fazla doldurucu içerirler (50).
- İkinci olarak doldurucu partiküllerin boyutu doldurucu resin için anahtar rol oynar, dentin tübüllerine penetrasyonu ve kollajen ağa penetrasyonu için boyutları çok önemlidir.

Etching işleminden sonra demineralize kollajen ağda interfibril boşluklar 20 nm boyut gösterirler. Bu doldurucular için tercih edilen uygun boyut 20 nm'den küçüktür. Bu nedenle doldurucu olarak silika (zayıf silikon dioksit), koloidal ve pirojenik orjinli olanlar eklenirler. Doldurucu kompozisyonuna bakıldığında, silikon dioksitin silika cam içeren baryum ve stronsiyum gibi ağır metal atomları düzenlemede kullanılır. Birçok dolduruculu adeziv resinler sadece silikon dioksit içerirler ve radyopak değillerdir (5,50). Adeziv sistemlere ek olarak florin içeren reaktif silika camlar da bazen eklenir, bunda amaç floridin salınmasıdır.

2.1.3.3.6. ÖZEL İÇERİKLER:

Üreticiler bazen adezivlere spesifik maddeler katarlar. Örneğin 3M ESPE adezivleri (Adper Promopt, Single Bond, Schotchbond Bond Multipurpose) sıklıkla spesifik polialkenoik ko-polimer içerir. Bu polimere daha iyi nemlendirme dayanıklılığı sağlamakltadır. Ancak bu bileşenin yapışma dayanıklılığında herhangi bir pozitif etkisinin olup olmadığı açık değildir (37).

Diğer bir içerik Gluteraldehit'tir (O=CH-CH2-CH2-CH2-CH=O). Bu bileşik sıklıkla fiksatör veya bazı medikal alanlarda dezenfektan olarak kullanılır. Dişhekimliğinde ise hipersensitif köklerin tedavisinde desensitizasyon ajanı olarak kullanılır. Desensitizasyon etkisini dentinin kollajenlerinin denatürasyonu ve dental

tübüllerin oklüzyonu ile yapar (18,37). Günümüzde antibakteriyel materyallerin adezivlere katılması çok popülerdir. Bu antibakteriyel içeriğin katılmasının ana sebebi kompozit dolgunun altında tekrarlayan çürüğün oluşmamasıdır. Bu amaçla MDPB monomeri, florid ve parabenes (Adper Promopt L Pop, 3M ESPE) kullanılır.

2.1.3.4.HİBRİT TABAKASI:

İnsan vucudunda 3 tip sert doku vardır. Bunlar mine, dentin ve kemiktir. Minenin kendini rejenere edebilme yeteneği yokken dentinde bu rejenerasyon sınırlıdır. Kemikte ise rejenerasyon yeteneği kuvvetlidir. Dental sert dokularda bu rejenerasyon problemi var olan defektlerin yerine çeşitli materyallerin konulması ile aşılır (2).

Asit uygulandıktan sonra demineralize olmuş dentindeki smear tabakasından geçen primer, eriyen hidroksiapatit kristallerinin oluşturduğu nano-boşlukları doldurarak intertübüller dentinde kollajenler çevresinde bir ağ biçiminde 1-5 µm boyutunda bir tabaka oluşturur (32,43,44,51).

Kollajen, ko-polimer ve polimer ile sarılmış hidroksiapatitten oluşturulmuş resin ile kuvvetlendirilmiş aside dirençli bu tabakaya “hibrit tabakası” denilmektedir. Oluşum sürecine ise “hibridizasyon” denilir. İlk olarak bu tabaka Nakabayashi tarafından 1982 yılında tanımlanmıştır (32,43,51).

Dentin bondinglerinde hibrit tabakanın rolü değişkendir. Giwnnett yaptığı bir çalışmada dental tübüllerde ve intertübüller dentinde resin infiltrasyonu veya oluşan hibridizasyonun, dentine bağlanan resinin miktarına bağlı olduğunu belirtmiştir (52). Hibrit tabakası resinin dentine infiltrasyonu olarak bilinmektedir. Oluşan tabaka dişe veya resine benzemez. Yüzey ile bağlantılı değildir.(32,51)

Hibrit tabaka bazı adeziv sistemler için (Prime & Bond 2 dentsply Chaluk, Mldfort Del,) yapışma dayanıklılığını arttıran bir görev görür. Bazı sistemler için ise resin-dentin ara yüzünde hibrit tabakanın varlığı veya yokluğu bir anlam ifade etmez (All-Bond 2 Bisco,Inc.Schamburg III) (4,18,22).

Hibridizasyonda spesifik morfolojik yapı söz konusudur. Adeziv resinler dentin tübülleri içerisine resin tagları adı verilen yapıları gönderirler. Bunların retansiyonu mineden daha azdır. Bunların sıkı sıkıya bağlanmaları gerekir. İkincil tip hibrit yapıda tübül duvarları içerisine bağlanmayı bu kısım sağlar. Buna da “Tübül

Duvarlarını kaplayan hibrit tabaka" denir. Böylece hibrit tabaka yüzeyi tamamen kapatarak dış etkilerden korunmayı sağlar (2,18)

Diğer bir hibrit tabaka ise tübüllerin lateral yüzlerini örten bir tabakadır ki bunada "lateral tübül hibridizasyonu" denir. Dentine bağlanmada intertübüller hibrit tabaka intratübüller hibrit tabakadan daha önemlidir. Yüksek kalitede bir hibrit tabakası hem çürüklerin tekrarlamasının engellenmesini hem de asit saldırılarına karşı alttaki yapının korunmasını sağlar.

2.1.3.5.DENTİN BONDİNG SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ

1950'ler boyunca yapılan çalışmalarda gliseofosforik asit dimerakriat (GPDM) içeren bir resinin hidroklorik asit ile etching yapılmış dentin yüzeyine yapışabileceği bildirilmişti. Bu çalışmalar dentin bonding sistemleri için yapılan ilk çalışmalardır.

2.1.3.5.1. BİRİNCİ KUŞAK DENTİN ADEZİVLERİ:

Yüzey aktif ko-monomer NPG-GMA'nın (N-fenilglisin glisidil metakrilat) gelişmesi Cervident'in (S.S.White, Lakewood Nev Jersey) temeli olmuştur, bu da birinci kuşak dentin bonding sistemi olarak kabul görmektedir. Teorik olarak bu ko-monomer diş yüzeyinde kalsiyum ile şelat oluşturarak bağlanır. Bu olayı dentinal kalsiyuma resinin su resistanslı kimyasal yapışması oluşturur (4,5,18). Bu materyalin yapışma dayanıklılığının in vitro olarak değerleri sadece 2-3 MPa'dır (53). Ancak in vivo çalışmalarda sonuçlar hayal kırıklığı yaratmıştır.

2.1.3.5.2. İKİNCİ KUŞAK DENTİN ADEZİVLERİ:

1978'de, Clerafil Bond System F (Kuraray, Osaka, Japonya) Japonya'da tanıtılmıştır. İkinci kuşak dentin adezivlerinin bu ilk ürünü genel olarak fosfat ester materyalinden oluşmuştur (fenil-P ve etanol içinde HEMA). Bunun "hareket mekanizması resin içindeki negatif yüklü fosfat grupları ve smear tabakasındaki pozitif yüklü kalsiyum arasında polar etkileşim sonucuna dayandırılmıştır. Smear tabakasındaki kalsiyum iyonları pozitif olarak şarj olmaktadır (18). Sistemde en zayıf bağlantı smear tabakasıdır. Çünkü bu dentin yüzeyinden ayrılan bir tabakadır. Hatalı

yapışmada her iki taraf üzerinde yapılan çalışmalarda smear tabakası debrisinin olduğu gösterilmiştir (4,5,18,22,32).

Diğer bir çok fosfat-ester dentin bonding sistemleri 1980'lerin ilk yıllarında tanıtılmıştır, bunların içinde Scotchbond (3M ESPE, St.Paul,Minesota), Bondlite (Kerr Corporation, Orange, California) ve Prisma Universal Bond (Dentsply Caluk, Mildfort, Delaware) yer almaktadır. İkinci kuşak dentin bonding sistemlerinin in vitro yapışma dayanıklılığı sadece 1-5 MPa'dır (4,5,18). Bu değer temel olarak kabul edilen esas in vivo değer olan 10 MPa'nın altındadır. Bu resinler hidrofilik gruplardan yoksun ve intrinsik nemli yüzeyler üzerinde geniş temas köşelerine sahiptir (18).

İkinci kuşak adezivler ne ıslak dentine ne de smear tabakasının derinlerine penetre olamazlar ve iyonik yapışma veya dentinal tübüller içerisine resin geçişini sağlayamazlar (54). Bununla beraber yapışma kalsiyum iyonlarıyla ilişki kurularak sağlanır. İkinci kuşak adezivlerin in vitro performansları iki yıl sonra kabul edilemezdir. Dentin yüzeyinde su tutulumu ile beraber yapışma materyali ayrılır (4,5,18).

2.1.3.5.3. ÜÇÜNCÜ KUŞAK DENTİN ADEZİVLERİ:

Bir fosfat-ester bonding ajanının uygulanmasından önce dentine fosforik asit etching uygulanması konsepti Fusiyama ve arkadaşları tarafından 1979'da dişhekimliğine tanıtılmıştır (4,18).

Bonding resininin hidrofobik doğası nedeniyle, resinin açık dentinal tübüllerine akışına yardımcı olsa bile asit-etching, dentinin yapışma dayanıklılıgını çok fazla arttıramaz. Ayrıca pulpal inflamatuar cevabın dentin yüzeyine asit uygulanması ile tetiklendiği düşünülür. Devam eden dentinin asitlenmesi felsefesine dayanarak Kuraray Clearfil New Bond'u 1984'te tanıtmıştır. Bu fosfat temelli materyal HEMA ve 10-karbon molekülü içeren 10-MDP olarak bilinen yapıyı oluşturur, bu da uzun hidrofobik ve kısa hidrofilik bileşenleri içeren bir yapıyı oluşturmaktadır (18).

Bir çok üçüncü kuşak adezivler, tamamen smear tabakası kalması, çok az modifiye olması ve Fenil-P veya PENTA gibi asidik monomerlerin penetrasyonuna

izin verecek şekilde kullanılması üzerine dizayn edilmişlerdir. Dentin yüzeyi üzerinde asidik conditionerlerin ve primerlerin çökelme olasılığı vardır (4).

Asidik primerlerle smear tabakasına uygulama yapıldığında, maleik asidin %2.5'lik sulu solüsyonu, %55 HEMA ve eser miktarda metakrilik asit kullanımı amaçlanmıştır (18).

Smear tabakasına yapılan bu tip uygulamada, dentinin asit ile etchinglenmesi fikri Japonya'da daha çok savunulmuştur. Altta yatan dentinin zayıf demineralizasyonu ile beraber modifiye smear tabakasının korunması amaçlanmıştır. Üçüncü kuşak adezivler için yapılan çalışmalarda klinik sonuçlar karışıktır, bazı raporlarda iyi sonuç belirtilirken bazı raporlarda ise zayıf klinik performans belirtilmiştir (4,18). EDTA gibi şelasyon ajanları kullanılarak smear tabakasının uzaklaştırılması önerilmektedir. Bu sistemin etkinliğinin üreticiler tarafından sertleşmeden doldurulmuş resinlerin, kompozitleri çevrelemesi sonucunda azalabileceği belirtilmiştir (4,5,18,22).

2.1.3.5.4. DÖRDÜNCÜ KUŞAK DENTİN ADEZİVLERİ (ÜÇ BASAMAKLI TOTAL ETCH ADHEZİVLER):

Smear tabakası bir 'diffüzyon bariyeri' gibi davranarak dentin permeabilitesini azaltır (18,34,36). Bu engelin uzaklaştırılması zorunlu olduğu düşünülerek, resin alttaki dentin tabakasına daha iyi nüfuz etmesi ve böylelikle daha iyi yapışma sağlanacağı belirtilmiştir. Bu düşünceye bağlı olarak, dördüncü kuşak dentin adezivleri, asit–etching uygulanmış dentin yüzeyinde kullanılmak için tasarlanmıştır (55). Asit–etch kullanılarak smear tabakasının uzaklaştırılması resinin dentine yapışma dayanıklılığını in vitro olarak önemli şekilde artırır (18). Klink teknik mineye ve dentine asidin uygulanmasını içerdiğinden dolayı bu metod çoğunlukla "TOTAL ETCH" veya "ETCH ve RINSE" tekniği olarak adlandırılır. Bu yöntem 1990 lardan günümüze kadar zaman içerisinde popülerliğini korumaya devam etmiştir. Asidin dentine uygulanması smear tabakasının parsiyel ve total olarak uzaklaştırılmasına ve altta yatan dentinin demineralizasyonuna neden olmaktadır. Asit intertübüller ve peritübüller dentini demineralize eder ve kollajenlerin yoğun filigran yapısını açığa çıkartır. İntertübüller dentinin mikro porozitesini arttırır (4,18,22).

Total-etch tekniği Japonya'da başlamış, fosfat ester tipi bonding ajan uygulanmadan önce dentine fosforik asit etching uygulama ile yapılmıştır (4). Açık olan dentinal tübüllere bu adezivin erken penetrasyonuna rağmen, dentin üzerine fosforik asit uygulamasıyla dentine yapışma dayanıklılığının artmasında herhangi bir gelişme gözlemlenmemiştir. Bunun nedeni olarak uygulanan resinin hidrofobik doğası düşünülmüştür. Buna ek olarak, 1970'lerin ortalarında, bazı araştırmacılar asitlemenin inflamatuar pulpal cevabı tetiklediği hipotezini ortaya sürmüşlerdir. Bu hipotezlere dayanarak, dentin üzerine direkt olarak asit uygulanmasının kontrendike olduğu düşünülmüştür. Total-etch tekniği Avrupa ve Amerika'da çok fazla taraftar bulmamıştır. Bununla beraber total-etch felsefesinden temel alan adeziv sistemler ise hem in vitro ve hem de in vivo araştırıcılarda başarı sağlamışlardır. Bu materyallerin klinik retansiyon oranları %100'e çok yakın bir değer olarak rapor edilmiştir, ancak bu bilgiler klinik oranları yaklaşık %50 olan ikinci kuşak adezivlerle karşılaştırıldığında elde edilen bilgilerdir. Laboratuvar yapışma dayanıklılığı 17 MPa ile 30 MPa arasında değişir ve mineye çok yakın değerler gösterir (4,18,22,37).

All Bond-2 (Bisco, İnc., Schaumburg, İllinois), OptiBond FL (Kerr Corporation, Orange, California), ve Scotchbond Multi Purpose (3M ESPE, St.Paul, Minnesota) dördüncü kuşak dentin adezivlerine örnektir. Bu adezivler temel olarak:

1- Yıkanarak uzaklaştırılan bir asit-etching jeli,

2- Etanol, aseton ve /veya su içinde hidrofilik monomerlere reaktif primer solusyonu,

3- Doldurulmamış veya doldurulmuş bonding ajanından oluşmuştur.

Genel olarak bisfenol glisidil metakrilat gibi hidrofobik monomerler (BİS-GMA) ve HEMA gibi bir hidrofilik monomer ile beraber kombine kullanılırlar. Dentinde, smear tabakasının parsiyel ve total olarak uzaklaştırılması altta bulunan dentinin demineralizasyonu ile sonuçlanır. İntertübüler ve peritübüler dentinin demineralizasyon işlemi yanında asit, dentinal tübülleri açarak kollajen fibrillerin koyu desenli yapısını da açığa çıkartır, böylece intertübüler dentinde mikroporozite artışı görülür (4,18).

Etching uygulanmış dentine, primer ve bonding resinler uygulandığı zaman, intertübüler dentine penetre olur. Resinler dentinde inter-diffüzyon alanını veya 'hibrid tabakasını' oluştururlar. Resinler açık dentinal tübüllerden geçerek penetre ve polimerize olurlar böylece resin taglarını oluştururlar.

2.1.3.5.5. BEŞİNCİ KUŞAK DENTİN ADEZİVLERİ (TEK ŞİŞELİ, TOTAL ETCH ADHESİVLER):

İn vitro olarak dentine yapışma dayanıklılığı çok geliştirilmiş olup mine bondinglerine yaklaşmıştır (56). Hemen hemen tüm dental materyal üretici firmaları piyasada tek-şişeli olarak adlandırılan adeziv sistemlere sahiptirler (4).

Bazı araştırıcılar bu adezivleri "beşinci kuşak adesiv sistemleri" diye adlandırırken bir kısım araştırıcılar ise "tek şişeli sistemler" olarak adlandırır. Bunlarda primer ve bonding ajanı basamağı kombinedir, ancak büyük orandaki adeziv sistemlerinde hala daha ayrı bir etching basamağına ihtiyaç vardır. Klinisyenler genellikle uygulaması daha kolay olacağından tek-şişeli adezivleri tercih ederler (18).

One-Step (Bisco, İnc, Schaumburg, İllinois); Prime & Bond 2.1, ve Prime & Bond NT (Dentsply Caulk, Mildford, Delaware); Prime & Bond 2.0 (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany); Single Bond (3M ESPE, St.Paul, Minesota); OptiBond Solo ve OptiBond Solo Plus (Kerr Corporation, Orange, California); PQ1(Ultradent Product,South Jordan Utah); Syntac Single Component, Syntac Sprint ve Excite (İvoclar Vivadent, Schaan, Principality of Liechtenstein); Bond 1 (Jenerik / Pentron, Wallingford, Conneticut), One Coat Bond (Coltene / Whaledent Inc. Mahwah, New Jersy); Gluma One Bond (Heraeus Kulzer, South Bend, İndiana) 5. kuşak adezivlere örnektirler (4,18).

2.1.3.5.6. ALTINCI KUŞAK ADHEZİVLER (SELF ETCHİNG PRİMER SİSTEMLERİ):

Asidik primerler ile kendiliğinden her iki fonksiyonu da yerine getirebilen, fosforlanmış resin molekülleri içeren bu bonding türüne Self-Etching Primerleri denir (4,18). Geleneksel asit etching maddelerine zıt olarak SEP'ler yıkanarak uzaklaştırılamazlar. SEP'lerin bonding makenizması; mine veya dentinin kendiliğinden etching ve priming işlemlerinin yapılması ve substratın devamlı olarak şekil alması ve resin tagları içinde smear tıkaçlarının bağlantılarının kesilmesi ile oluşur (4,57). Bununla beraber bonding tekniğinin basitleşmesi ve yıkama, kurutma basamaklarının elimine edilmesi adezyonda yan eki gösteren fazla nemliliği ve fazla

kurutmayı engellemektedir. Aynı zamanda su SEP'lerin bir komponentidir. Çünkü SEP'ler demineralizasyonu tetiklemek ve asidik monomerlerin iyonize olması için dental sert dokularda suya ihtiyaç duyarlar (4,18).

SEP'lerin bir dezavantajı da mineyi fosforik asit kadar iyi etching yapamamalarıdır. Mine bondingleri in-vivo olarak laboratuarda strese sokulduğu zaman bozulma şekilleri total-etch sistemlerine benzer. Bu yapışma dayanıklılığında azalma termal yorgunlukla beraber SEP'lerde mikro sızıntının oluşması için potansiyel oluşturur. Etching ve rinsing aşamasının atlanması; Clearfil SE Bond (Kuraray, Osaka, Japan) gibi SEP'lere artan şekilde popülerlik kazandırmıştır. Clearfil SE Bond fosforikasitester monomerlerinin sulandırılmış solüsyonunu içermektedir. Ve fosforik asit jellerine oranla daha yüksek bir pH değerine sahiptir (37). %34 veya %37 lik fosforik asit jelleri için ortalama pH asit değeri 0,5 ile 1 iken Clearfil SE Primer (Kuraray) için bu değer 1,9 ve 2'dir. SEP'ler mild, moderate, agresif yapıda olabilirler (4,18,37).

Clearfil SE Bond Mild tiptir. Mild tip SEP'ler mükemmel bir dentin yapışma dayanıklılığı sağlarken, minede daha zayıftır, ancak bunun zıttı olarak agresif tip SEP'ler ise minede daha iyi bir yapışma dayanıklılığı sağlarlar (18).

SEP'lerde total-etch tekniğine göre daha az bir teknik hassasiyet gerekir. Buna ek olarak, SEP'lerde demineralizasyon derinliği ve resin infitrasyonu derinliği arasında çok daha az bir farklılık söz konusudur. Çünkü SEP'lerde demineralizasyon ve dentine infitrasyon kendiliğinden olmaktadır. SEP'ler dentinden smear tabakasını tamamen kaldıramaz. SEP'lerde postoperatif hassasiyet total etching sistemlerine göre daha azdır(4,18,37).

Bazı SEP'ler "Nonrinsing Conditioner veya Self-Priming Echant" olarak adlandırılır ve tek şişeli adezivide bonding ajan olarak kullanılır. Örnek olarak: NRC Non Rinse Conditioner (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) ve Tyrian SPE (Bisco Inc,Schaumburg) Adper Prompt L-Pop(3M ESPE) gösterilebilir (4).

Non rinsing Conditioner'ler (NRC), fosforik aside göre yüksek yapışma dayanıklılığı veya klinik olarak yüksek preformans sağlamazlar. NRC'ler fosoforik asit ile aynı derinlikte minede etching yapmazlar. Bazı çalşmalarda NRC'lerin pH değerlerinin 1.0 ile 1.2 arasında olduğu belirtilmiştir.

2.1.3.5.7. YEDİNCİ KUŞAK ADHEZİVLER (SELF ETCHİNG ADHEZİVLERİ (ALL-İN-ONE)):

Non-rinse self-etching materyaller klasik olarak etching, priming ve bonding uygulama işlemlerini tek adımda bir solüsyon olarak uyguladığı için gittikçe artan bir popülerlik kazanmışlardır. Buna zıt olarak geleneksel adeziv sistemler ışıkla sertleşen ve düşük viskoziteli bonding resinleri, primerlenmiş dentin/mine substratı yapısına katılması amacıyla içeriğinde bulundururken, all-in-one adezivler içerisinde kompozit restoratif materyalle direkt bağlanması için sertleşmemiş iyonik monomerler içerirler (4,18,37). Bunların asidik reaksiyona girmemiş monomerleri self-cured kompozitler ve all-in-one adezivler arasında uyuşmazlık göstermektedir. Ek olarak all-in one adezivler yarı geçirgen membran gibi davranır ve resin-dentin ara yüzünde hidrolitik bir azalma gösterirler (18).

All-in-one adezivler dentinde smear tabakasına penetre olmaları ve minede yeterli demineralizasyon yapmaları gerektiğinden resin monomerlerinin hidrofilikliği yüksektir (37).

Birçok all-in-one adezivlerde etching, priming ve bonding fonksyonları tek bir solüsyonda toplanmıştır; Clearfl S^3 Bond (Kuraray), iBond (Heraeus Kulzer,South Bend,Ind), Xeno IV (Dentsply) bunlara örnektir. SEP sistemlerine benzer şekilde all-in-one sistemlerinin pH'ları self-etching adezivlerin klinik özelliklerini etkiler. Mine yapışma dayanıklılığı, bölünmüş fosforik asit etching adesivleri ile aynı performansı gösterir ancak total-etch, tek şişeli adeziv sistemlerinden daha düşüktür (4).

2.1.3.6.MİKRO SIZINTI

Dişhekimliğinde kullanılan restoratif materyaller ile kavite duvarları arasında meydana gelen mikro aralıktan bakteri, oral sıvılar, molekül ve iyonlar ile havanın geçişi gerçekleşmektedir. Bu durum mikro sızıntı şeklinde adlandırılmaktadır (7). Mikro sızıntının en önemli sebeplerinden birisi restoratif materyalin diş yapısına zayıf adezyonudur. Diğer bir sebep ise restoratif materyalin yerleştirilmesinden sonra fiziksel ve kimyasal değişikliklere bağlı materyalin büzülmesidir.(2,4,18). Tüm restoratif materyallerde kaviteye yerleştirilme ve sertleşme işleminden sonra belirli bir büzüşme meydana gelir. Bu büzüşme sonucunda diş yapısı ile kullanılan dolgu

materyali arasında bir boşluk oluşur. Bu boşluğa oral likitler ve bakteriler gibi birçok madde geçişi söz konusu olabilir (7).

Kompozit resinin ısısal genleşme kat sayısı dişin sert dokularından farklıdır. Bu nedenle oluşan büzülme, ısısal özellikler, fonksiyonel stres gibi sebepler ile ortaya çıkabilecek mikro sızıntıyı engellemek oldukça zordur.(2,4,18).

Mikro sızıntının önlenmesi amacıyla ilk önce kompozitin bağlanma dayanıklılığının arttırılması amaçlanmış bu amaçla Buonocore 1955 yılında asitle pürüzlendirme yöntemini geliştirmiştir (1). Asitle pürüzlendirme yöntemi mikro sızıntının engellenmesi için kullanımı devam eden ve kabul gören en etkin yöntem olarak karşımıza çıkmıştır. Son 20-25 yılda dental restoratif materyallerin pulpaya verdiği zararlarla ilgili olan görüşlerde kısmen değişiklikler olmuştur (2,18).

Bir çok çalışma restoratif materyale verilen pulpal yanıtın marjinal aralanmanın derecesine bağlı olduğunu belirtmektedir (18).

Mikro sızıntı çalışmaları genellikle klas V kavitelerde yapılmaktadır. Örnekler termal döngüye sokulduktan sonra gümüş nitrat, bazik fuksin ve metilen mavisi gibi bazı boyalar ile boyanmaları sağlanarak resin/dentin ara yüzünde boyanmanın miktarına bakılır.

Süt dişlerinin farklı histomorfolojik özellikleri nedeniyle servikal restorasyonlarda başarısızlıklar, oldukça fazla görülmektedir (7,22). Süt dişlerinde az kullanılan dental amalgamın marginal kenar adaptasyonundan yoksun olduğu ve mikro sızıntıyı engelleyemediği; ancak korozyon ürünlerinin birikimi ile mikro sızıntının kısmen azaldığı fakat önlenemediği belirtilmiştir (7). Cam iyonomer simanlarda mineralize diş dokularına bağlanabilmeleri, diş dokularına benzer termal genleşme kat sayılarına sahip olmaları, doku uyumları ve flor açığa çıkarabilmeleri süt dişlerinde önemli kullanım alanları bulmuştur. Fakat aşınmaya karşı dirençsiz olmaları ve nem hassasiyeti sebebiyle geleneksel olanlarının kullanımları hala tartışma konusudur. Yeni tiplerdeki değişik versiyonları yapılan in vitro deneylerde geçerliliklerini kanıtlamış olup, süt dentisyonunda da kullanımı tavsiye edilmektedir(7,22).

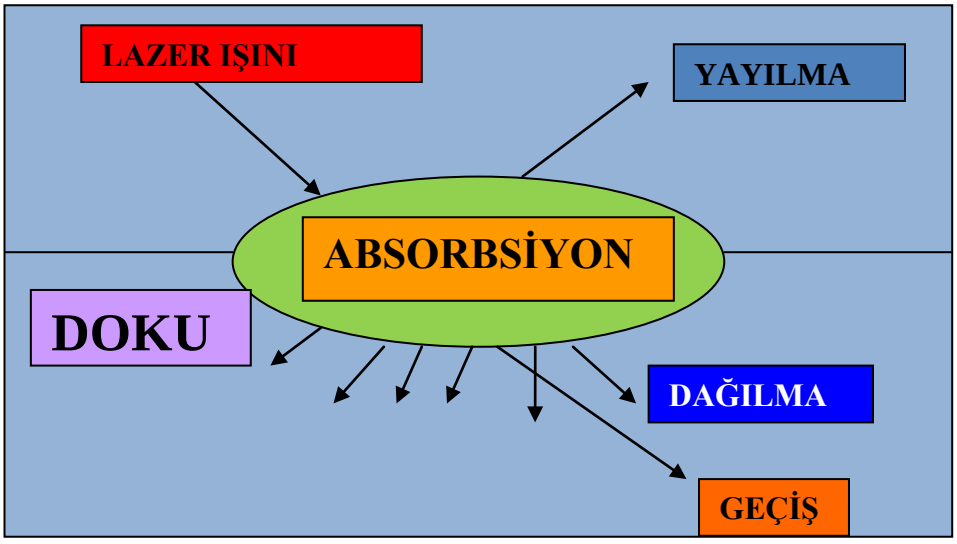
Çocuk hastalarda sık rastlanan kole bölgesi çürükleri, diğer kavite tiplerine oranla mikro sızıntıdan daha çok etkilenmektedirler. Bu durum servikal bölgedeki mine kalınlığının yetersizliği, bu bölgedeki mine prizmalarının sayısı ve

doğrultularının farklı olması gibi, histomorfolojik yapı farklılıkları, devamlı bir cep sıvısı akışının olması veya farklı sebeplerle gelişen nem kontaminasyonu gibi sebeplerle açıklanmaktadır (7). Mikro sızıntıyı azaltmak ya da tamamen elimine edebilmek amacıyla kavite tekniklerinde modifikasyonlar ve mevcut materyalleri değişik yöntemlerle uygulama gibi çalışmalar yapılmış ancak yeterli düzeyde başarılı olunamamıştır (4,7,18,22).

2.2.LAZERLER

LASER kelimesi “Light Amplification by Stimulated Emmission of Radiation” un kısaltılmışıdır. Lazerin fiziksel prensipleri Enistein’in 1900’lerin başında geliştirdiği teoriler ile olmuştur. Lazer ışığı tek foton dalga boyludur. Lazerin meydana gelmesi stimüle edilmiş fotonun spontane olarak emisyon meydana getirmesinden oluşmaktadır. Fotonun spontane emisyonu sonucunda atomdan foton serbestlenir. Lazerler konsantre ışık enerjisidir ve sert etki gösterirler. Hedef dokunun enerji seviyesi nötral ışından çok daha azdır. Foton salındığı zaman elektronlardaki enerji durumuna bağlı olarak foton emisyonu spesifik dalga boyuna sahiptir (58).

Lazer ışınları dokuya ulaştıkları zaman yansıyabilir, yayılabilir, absorbe edilebilir veya komşu dokulara aktarılabilir. Biyolojik dokularda absorbsiyon serbest su molekülleri, proteinler, pigmentler ve diğer moleküller ile olur. Absorbsiyon çoğunlukla gelen lazer radyasyona bağlıdır. Termal etkileşimlerde absorbe edilen su molekülleri önemli rol oynar (11,58).



Şekil 1: Lazer ışınının dokuda izlediği yollar

2.2.1. GÜNÜMÜZDE DİŞHEKİMLİĞİNDE EN ÇOK KULLANILAN FARKLI LAZER SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ

2.2.1.1.CO_2 LAZERLER:

CO_2 lazerler dalga boyları 10,600 nm ve hem atımlı hem de devamlı dalgalı lazer olarak kullanılabilir. Bu lazer su tarafından hızlıca emilir ve bu nedenle özellikle aşırı derecede su içeren yumuşak doku cerrahisinde çok etkindir. CO_2 lazerin primer avantajı bisturi cerrahisine göre daha hemostatik olması ve bakterisidal etki göstermesidir. Çok az yara kontraksiyonu ve minimal skar dokusu bırakması bu lazerle yapılan cerrahinin diğer avantajlarındandır. CO_2 lazer 1970'li yıllardan itibaren FDA onaylı olarak cerrahide kullanılmaktadır. CO_2 lazerlerin termal hasara ve bunun sonucu olarak çatlamaya, erimeye ve karbonizasyona neden olduğu belirtildiğinden beri yumuşak doku prosedürlerinde sınırlı kullanılmaktadır. Çünkü CO_2 lazer Er:YAG lazere göre 10 kat daha fazla su absorbe eder. Yine CO_2 lazerler sert dokudan ana mineral komponentlerini özellikle karbonlu hidroksiapatitten fosfat iyonlarını ($-PO_4$) ablaze eder. Uygulanan enerji çabuk bir şekilde sert doku tarafından absorbe edilir, ancak organik yapı içerisinde yoğun sıcaklık birikimine neden olur. Yoğun sıcaklık organik komponentte karbonizasyon ve bunun sonucu olarak erimeye neden olur. CO_2 lazer doku yüzeyinde çok az yansıma veya penetrasyonla absorbe edilir. Sıcaklık artışı nedeniyle ablasyon sonrasında sıcaklık dağılmaz. CO_2 lazer uygulamaları ablasyon alanı çevresinde ince bir tabaka termal etki ile değişime uğramış doku bırakır. Bu lazerin doku penetrasyonu 0,5 mm derinliğindedir. Ve yoğunluğun gücüne bağlıdır. CO_2 lazerin optik fiber ile transmisyonu çok zordur. Bu nedenle lazer ışını mekanik eklemli kollarla taşınmaktadır. Lazer ışınları devamlı dalga halindedir (58,59,60).

2.2.1.2.Nd:YAG LAZER:

Nd:YAG lazerler serbest hareketli, atımlı dalga lazerdir. Dalga boyu 1,064 nmdir. CO_2 lazer ve Er:YAG lazerden farklı olarak Nd:YAG lazer suyu çok az absorbe etmektedir. Enerji dağılımı ve biyolojik dokulara penetrasyonuda daha azdır. Su içerisinde Nd:YAG lazerler 60mm derinliğe kadar penetre olabilir ve bu seviyede orijinal dayanıklılığı % 10 kadar zayıflama gösterir. Nd:YAG lazerlerin foto termal etkileri yumuşak doku cerrahisi için kullanışlıdır. Penetrasyon karakteristiği ve foto

termal etkilerine bağlı olarak lazerlenen doku yüzeyinde ince bir tabaka koagülasyon alanı oluştururlar. Bu nedenle güçlü bir hemostaz gösterirler. Nd:YAG lazerlerin potansiyel olarak hemorajik dokuların ablasyonunda etkili olduğu belirtilmiştir. Yumuşak doku cerrahisinde Nd:YAG lazer kullanımı çok geniş bir şekilde kabul görmüştür. White ve arkadaşları anestezi olmaksızın Nd:YAG lazerleri, oral yumuşak dokuların cerrahisinde bisturi cerrahisine göre daha az kanama ile başarılı şekilde kullanmışlardır. Nd:YAG lazerleri flexible optik fiber dağıtım sistemi ile kullanımı basittir. Nd:YAG lazerler sert doku ablasyonu için çok uygun değillerdir. Fakat Nd:YAG lazer kullanılarak çürük uzaklaştırılması söz konusudur. Deneysel amaçlı mine çürüğünün kaldırılmasında kullanılır (58,59,60,61,62).

2.2.1.3.DİOD LAZER:

Diod lazerler solid durumlu yarı iletken lazerdir ve elektrik enerjisini ışık enerjisine çevirmek için Galium(Ga), Arsenid(Ar) ve diğer elementler olan Alüminyum (Al) ve İndium (İn) ile kombine olarak kullanılmaktadır. Dalga boyu 800-900 nm dir. Sürekli dalgalı ve atımlı modda kullanılır. Fiber optik taşıma sistemi ile ışın taşınır. Suda az olarak absorbe edilir. Fakat hemoglobin ve diğer pigmentlerde çok daha fazla absorbe edilir. Diod lazerlerin dental sert dokuya uygulanmadığı ancak yumuşak doku cerrahisi için mükemmel olduğu yapılan araştırmalarda görülmüştür. Bu lazer diş etinin kesilmesinde, gingiva ve oral mukoza kanamalarının koagülasyonunda, yumuşak doku küretajında ve debridmanda kullanımında mükemmel sonuç vermiştir. Diod lazer "hot-tip (sıcak-uç)" kullanıldığında fiber taşıyıcının son noktasında sıcaklık birikimine neden olmaktadır ve tedavi edilen yüzeyde ince bir tabaka koagülasyon alanı bırakmaktadır. Diod lazerin doku penetrasyonu Nd:YAG lazerden daha azdır, ancak sıcaklık yayılımı daha fazladır. Nd:YAG lazer ile karşılaştırıldığında daha derin doku koagülasyonu yapar. Koagülasyon tabakasının genişliği 1,0 mm'den geniştir. Bu lazerlerin diğer bir avantajı da maddi açıdan ucuz olmalarıdır (58,60).

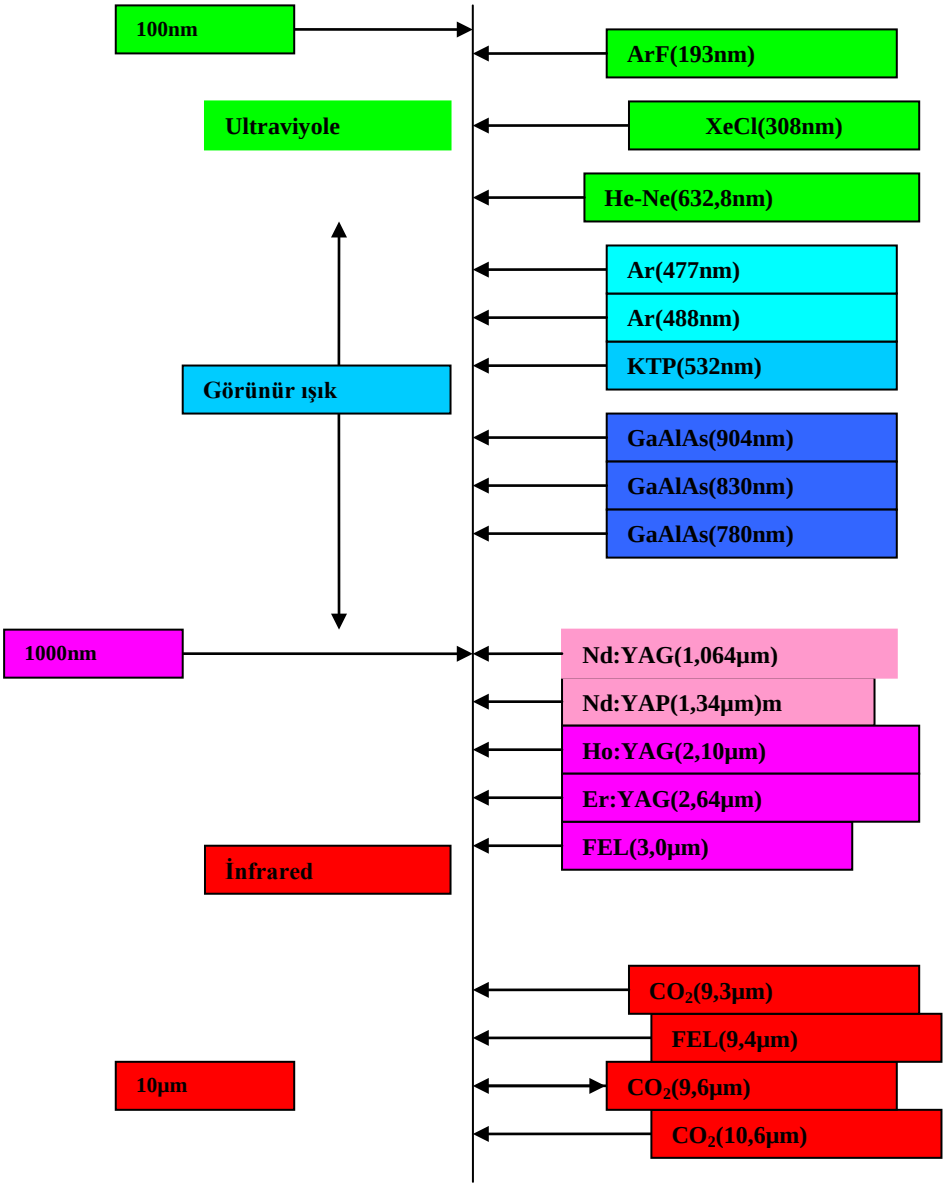
2.2.1.4.ARGON LAZERLER:

Argon lazerler argon iyonunun gaz halini kullanan, aktif olarak fiber optik ile taşınan devamlı dalga sağlanan, atım modlu lazerdir. Bu lazer 488 nm (mavi) ve 514

nm (mavi yeşil) olmak üzere iki dalga boyuna sahiptir. Ve spektrumu görünür ışıktır. Çok zayıf olarak suda absorbe olur. Bununla beraber hemoglobin, melanin ve pigmente bakteriler gibi pigmente dokularda daha fazla absorbe olmaktadır. 488 nm'lik argon lazer kompozit resinlerin sertleştirilmesinde dişlerin beyazlatılmasında ve çürük koruma uygulamalarında kullanılmaktadır (58).

2.2.1.5.EXCİMER LAZER

Excimer lazer noble-gaz hainde radyasyon üretiminde stabil olmayan ve genellikle spektrumun ultraviyole kısmında yer alan bir lazer türüdür. Lazerin dalga boyu içerdiği maddenin kimyasal özelliklerine bağlıdır. Nontermal fotoablasyon gerçekleştirir. İn vitro çalışmalarda ArF excimer lazerin, dalga boyu 193 nm, alttaki yüzeylere ve dokulara zarar vermeden diş taşlarının uzaklaştırılmasında etkin olduğu gözlemlenmiştir. Işın verildikten sonra sement yüzeyi temizlenir ve o bölgede hafif sertleşme oluşur. 308 nm dalga boylu XeCl excimer lazer alttaki dokuya termal hasar vermeden diş taşlarının alınmasında etkindir (58).



Şekil 2: Farklı tip lazer dalga boyları

2.2.1.6. ERBİYUM LAZERLER:

Dişhekimliğinde 1997 den beri kullanılmaya başlanmıştır. Erbiyum sınıfı lazerler mine-dentin-sement ve kemik üzerinde, yumuşak doku üzerinde ve çürük uzaklaştırma işlemlerinde kullanılır. Sert doku lazerleri vibrasyonu azaltmakta ve ortadan kaldırmaktadır. Mikro fraktür oluşumunu engellemekte ve döner aletler ile oluşan ses ve dolayısıyla gelişen korkuyu ortadan kaldırmaktadır (11).

1988'de Paghdiwala, Erbiyum: Yittrium-Aliminium-Garnet (Er:YAG) laser ile dental sert doku ablasyonu üzerinde çalışmış ve ilk önce bu lazeri düşük enerjilerde minede ve dentinde preparasyon delikleri oluşturmak için kullanmıştır. Su soğutma olmaksızın hazırlanan kavitelerde sıcaklığın yükselmesine bağlı mikro kırıklar meydana gelmiştir (11).

Hibst ve Keller Erbiyum: YAG lazer kullanılarak herhangi bir termal hasar olmadan diş yapısının kaldırılabileceğini göstermişlerdir. Bu çalışmalarda uygun lazer ayarlamaları ve su soğutma sistemi kullanılarak mine ve dentinde termal hasarın minimal hale getirilebileceğini bildirmişlerdir (11,14,63).

Lazer uygulamalarında hasta göreceli olarak ağrı hissetse de uygulaması rahat ve etkindir. El aletlerine göre lazer ile çalışma zamanı yaklaşık 2 kat daha uzun iken pulpal canlılık korunmaktadır (11).

1990'ların ortaları boyunca araştırmalar Er:YAG lazerlerin dalga boyunun sert doku preparasyonunda güvenliği ve değeri üzerine yoğunlaşmıştır. Yüksek dalga boylarında lazer cihazı su spreyi olmadan kullanılırsa, sert dokularda tipik mikro çatlaklar ve diğer termal hasarlar meydana gelir (11,58).

İlk Er:YAG lazer sistemi (Kavo Key Laser, Kaltenbach and Vagt GmbH re Co,biberach/Riss,Germany) Almanya'da satışa sunulmuştur. Ancak Amerika'da 1997 yılına kadar diş sert dokularında Er:YAG lazer kullanımı için FDA onayı alınamıştır.

Er:YAG lazerler sağlam ve çürük mine ve dentinde yüzeysel termal penetrasyon derinliği göstererek ablasyon yaparlar. Son 20 yılda iki farklı Erbiyum lazer tipi daha dalga boylarına göre sert dokular üzerinde klinik olarak kullanım için geliştirilmiştir.

Böylece erbiyum sınıfı lazerler;

1-) Erbiyum: Yittrium, Aleminyum-Garnet (Er:YAG)

2-) Erbiyum: Chromium; Yittrium-Scandium-Galium-Garnet (Er;Cr:YSGG)

3-) Erbiyum: Yittrium -Scandium-Galium-Garnet (Er:YSGG) olmak üzere üçe ayrılır.

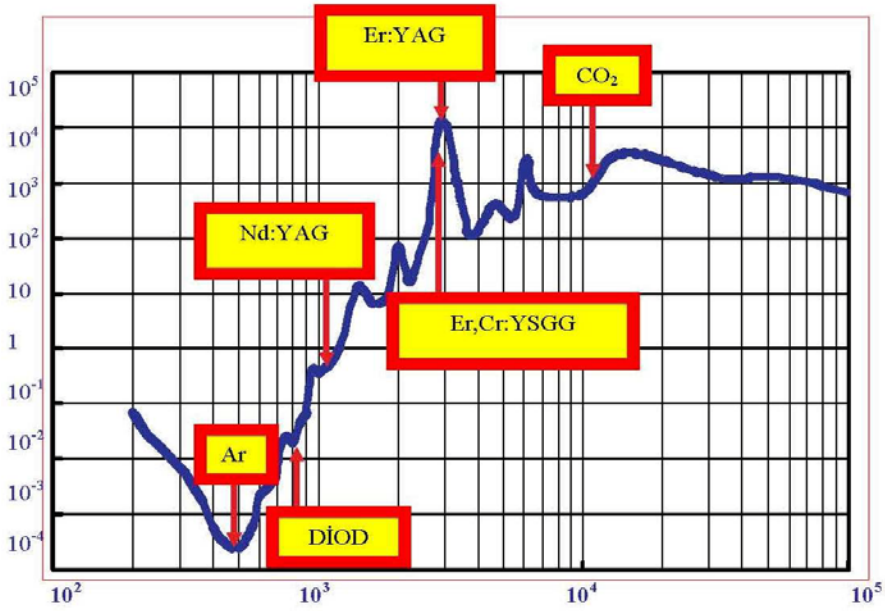
Bu lazerler bilimsel olarak çok yakın benzer özellikler gösterirler (11).

2.2.1.6.1. Er:YAG LAZERLERDE SERT DOKU LAZER BİYOFİZİĞİ:

Özellikle lazer ışının sert dokulardaki biyolojik etkileri incelendiği zaman, göz önünde tutulması gereken birden fazla faktör vardır. Bu faktörler; lazer ışınının absorbsiyonu, transmisyonu, yansıması ve dağılmasıdır. Tüm erbium lazerler, dalga boylarından dolayı su tarafından absorbsiyona yüksek afinite gösterirler. Lazer enerjisinin suda en yüksek absorbsiyon değeri; (tepe noktası) 3 µm ve 10 µm dir. Er:YAG dalga boyu 2,94 µm de suyun absorbsiyon tepe eğrisine tam uygun bir yapı gösterir. Suda absorbsiyon bakımından 2,94 µm'lık Er:YAG lazer, 2,78 µm'lık Er.Cr:YSGG lazerlerden etkinliği daha fazladır. (11,58).

Lazer Dalga boyu	Suda Absorbsiyon Derinliği	Diş Minesinde Absorbsiyon Derinliği
2,1µm(holmiyum:YAG)	**25 cm(400µm)**	**< 5 cm**
2,78µm (Er,Cr:YSGG)	**6500 cm (1,6µm)**	**400 cm (25 µm)**
2,94µm (Er:YAG)	**12,500 cm (0,9µm)**	**800cm (13 µm)**
9,6µm (CO2)	**590 (17µm)**	**8000 cm (13 µm)**

Tablo 1: Çeşitli dalga boylarında su ve minedeki absorbsiyon etkileri



Şekil 3: Farklı tip lazerlerin su absorbsiyon skalası

Er:YAG lazerlerin optik penetrasyon derinliği (Er:YAG ve Er,Cr:YSGG) sadece birkaç mikrometredir. Er:YAG lazer için penetrasyonun gerçek derinliği 300 mikro saniyelik atım genişliğinde yaklaşık 5 µm'dir.

Lazer enerjisi diş üzerine odaklandığı zaman, diş yapısında su içeriği olduğundan dolayı ısıda hızlı bir artış meydana gelir. Su genellikle kendiliğinden buharlaşır. Böylece dental yapıların kristal dayanıklılığını azaltarak materyalin kırılmasına neden olur. Bu ablase debrisin patlatıcı şekilde boşalması lazer ışınlamasının başlangıcından kısa bir süre sonra gerçekleşir. Ablasyon hızı ile çok az bir sıcaklık çevre dokulara transfer edilir (11,63,64,65,67).

Işın verilen alanda kraterin altında kalan dokuda sıcaklık artışı gözlemlenen bölgelerde enerji seviyesi ablasyon eşiğinin altındadır. Lazer enerjisi arttığında ablasyon eşiği düşer, sıra ile ablasyon süreci hızlanır, böylece termal yan etkiler azalır (11,67).

Diğer bir durumda enerji arttığı zaman dışarı çıkan materyalin basıncı ve hızı artar, hedef sahada yoğun bir etki yapar. Bu artan etki geniş bir mekanik yan etki yaparak yüksek ışınlama ile beraber etkinliği azaltmaktadır (67).

Fred ve arkadaşları (11), yeterli incelikte bir su tabakası uygulandığı zaman ablasyon oranı, ablasyon etkinliği ve krater duvarının yüzey morfolojisi üzerinde derin etkileri olduğunu göstermişlerdir. Reachman ve arkadaşları dental minede

kesim yaparken su spreyi kullanılmadığında gevşek şekilde bağlı minenin kaldığını göstermişlerdir. Bu kalan mine tabakasının suda kaybolduğu ve ilerideki Er:YAG lazer uygulamaları için çok dayanıklı bir yapıda olduğunu bildirilmiştir. Ablasyonun tam olarak nasıl meydana geldiği anlaşılmamış olmasına rağmen tartışmalar devam etmektedir. Yapılan ilk çalışmalar doku dehidratasyonu üzerine odaklanmış, bununla beraber, su absorbsiyon çalışmaları sadece çok az bir miktar suyun diffüze edilebildiğini göstermiştir.(11,58,66,67,68,69).

Termal analiz çalışmaları hedef dokunun diffüze olan suyun uzaklaştırılmasından önce minimum sıcaklığının 200 ^{o}C ile 300 ^{o}C arasında olması gerektiğini göstermiştir . Sıcaklık 800 ^{o}C olduğunda suyun uzaklaştırılması gerekmektedir, böylece diş yapısı hafifçe kaldırılır (11,67).

Ablasyon mekanizmasını anlatan diğer hipotezler kavitasyon kabarcığı, apatit kristallerinin fragmanları, ve Er:Cr:YSGG için üreticiler lazer ışınının su damlacıklarını hızlandırdığını göstermiştir. Bu mekanizma hidrokinetik olarak yapılmaktadır (11,66,67).

Minede lazer ablasyonu için etki mekanizmasının tüm erbium sınıfı lazerler için aynı olduğu kabul edilmiştir. Dokunun içinde bulunan suyun hızlı bir şekilde yüzeyin altından mineral substratı ile genişlemesi, masif hacim artışına neden olur ve bu genişleme sonucu lazerlenen alanda mikro patlamalar gerçekleşir. Su spreyi kullanılmadan düşük atım süresi uygulanması lazerlenen alana komşu diş yapılarında minimal düzeyde sıcaklık artışına sebep olur. (11,66,67).

Su spreyi kullanılmayarak atım süresi düşürülürse komşu diş yapılarında minimal düzeyde sıcaklık artışı oluştuğu bildirilmiştir (66). Tüm erbiyum lazerlerin özelliği olan patlama sesi lazer enerjisinin patlayıcı şekilde dokuyu bertaraf etmesinden sonra gelen hızlı şok dalgası ile oluşur. Bu patlama sesi foto-akustik etki diye adlandırılır. Ses dalgasının atım ve rezonansı dişte çürük olup olmamasına göre değişiklik göstermektedir (11). Foto-akustik etkiye ek olarak Er:YAG lazerler diğer dalga boyları ile benzer özellik gösterirler. Bu özelliklerden en önemlisi bakterisidal etkidir. Erbiyum dalga boyu bakteriyel hücrelerdeki su tarafından absorbe edilir. Bu hücreler benzer şekilde su buharı oluşturarak sert doku ablasyonu boyunca vaporize olurlar. Bakterilerin bu destrüksyonu lazerlerin sert ve yumuşak dokularda kullanımı için bir avantajdır (11,67).

2.2.1.6.2. ERBİYUM LAZER SİSTEMLERİNİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ:

Er: YAG ve Er:Cr:YSGG lazer dalga boyları yumuşak doku lazerler gibi (diod ve Nd:YAG) quartz optik fiberlerle taşınmaz. Quartz taşımasında farklı materyallerden yapılan 'infrared fiberler' orta infrared dalga boylarının cerrahi sahaya taşınması için gereklidir. Dalga boyunun Quartz fiber transmisyonu 300 ile 2400 mm arasında etkindir. Fakat bu oranların dışında enerjinin taşınmasında çok fazla kayıp yaşanır (11,58). Bu fiberlerin kaliteleri 1997 yılında ilk lazer tanıtıldığından bu yana artmıştır. Dikkatli kullanım ve cihazların temizliği kullanılan cihazın ömrünün uzamasına yardımcı olur. Lazer ışını 3 farklı metod ile üniteden el aletine gönderilir:

- İlk metoda özel bir zirkonyum alüminyum florid optik fiber veya göz ardı edilebilecek bir su içeriği ile beraber farklı bir madde kullanılır.
- İkinci metotta ise flexible içi boş dalga kılavuzudur. Özel olarak tasarlanmış içi boş tüp lazer ışınına, tüpün iç duvarı boyunca meydana gelen yansımalarla yol gösterir. Bu tüpler fiber optik taşıma sistemlerinden daha ucuzdur. Ancak esneklikleri daha az ve boyları daha kısadır. Buda tüplerin dezavantajıdır.
- Üçüncü metod ise eklemli bir kol ile lazerin taşınması olayıdır. Bu yöntem CO_2 lazer gibi uzun dalga boyları için kullanılır (11,58).

Bu fiber kabloların distal uçlarında el aletleri bulunmaktadır. Bu el aletleri sıklıkla ayrılabilir yapıda olup steril edilebilir. Bu uçlar dişle temas halinde ya da temas ettirilmeden kullanılırlar. El aletlerinin dizaynı üreticiye bağlıdır (11,58).

2.2.1.6.3. ERBİYUM LAZERLERİNİN RESTORATİF DİŞHEKİMLİĞİNDEKİ ROLÜ

1997'de FDA, Er:YAG lazerler için; çürük uzaklaştırılması, kavite preparasyonları, lazerle minede etching işlemi için onay vermiştir. İlk çalışmalar Er:YAG lazerin (2,94μm) Klas I, II, III, IV, V dental preparasyonları ve restoratif dişhekimliğindeki rolü üzerine odaklanmıştır (11,58,63,64,65,68,69).

FDA çalışmalarına göre (11):

Pulpa vitalitesi tehlike altında değildir ve tedavi alanı dışında yüzey morfolojisinde değişiklik yoktur.

Değişik lazer dalga boylarında etching ve kavite preparasyonlarındaki etkinlikleri şöyle belirtilmiştir:

- Lazer çürüğü tamamen ve etkili olarak uzaklaştırır.
- Kavite preparasyonları etkili şekilde yapılabilir.
- Lazerlerle etkili şekilde etching yapılabilir.
- Lazer ile yapılan kavite preparasyonlarının kalitesi (restorasyondan önce) dental el aletleri ile yapılan kavite preparasyonlarında gözlemlenen kalite ile aynıdır.

Bir çok çalışmada Er:YAG lazer uygulanan dişlerde sıcaklığın artışının irreversible pulpitise neden olmadığı ve irreversible pulpitis oluşturacak seviyeyi geçmediği bildirilmiştir.

Glockner ve arkadaşları Er:YAG lazer kullanımında pulpal sıcaklığın 37 ºC dereceden 25-30 ºC ye düştüğünü göstermişlerdir. Pulpada bu sıcaklık düşüşünün hava ve su spreyinden kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Çürük uzaklaştırılmasında sıcaklık artışı 1 ºC ile 3 ºC arasında, pulpayı riske sokacak sıcaklık artışının altındadır. Pulpayı riske sokacak sıcaklık artışı 5,5 ºC'dir (11,65,67).

Takamori ve arkadaşları Er:YAG lazer ile yapılan preparasyonlardan sonra geleneksel şekilde artan ve normale dönen pulpada kalsitonin geni ile ilgili peptit immünoreaktif fiberlerin frezle yapılan tedaviye göre daha erken oluştuğunu bulmuşlardır. Bu sonuca göre Er:YAG lazer pulpal iyileşmeyi frezlere göre daha erken başlatır ve iyileşme frezlere göre daha çabuk tamamlanır (11,58,65).

Yapılan çalışmalarda, lazer uygulamalarında kontrol grubuna göre dentin köprülerinin daha fazla görünür olduğu gözlemlenmiştir. Er:YAG lazer grubunda preparasyon sahasında pulpa perfore olduğu zaman, iyileşme esnasında reaktif dentin oluşumunun, normal el aletleri ile gerçekleştirilen perforasyonlardan daha fazla olduğu bildirilmiştir (11).

Er:YAG lazerlerle yapılan histolojik çalışmalarda frez ile karşılaştırıldığında süreye bağlı olarak olumsuz etkinin olmadığı gözlemlenmiştir. Preparasyon pulpayı 1-1,5 mm içine alacak şekilde olduğu zaman kesilen dentinal tübül alanında ileri

hipertermi olayı gözlenir (11,67). Odontoblastik ve subodontoblastik tabakalar lazer uygulaması sonrası düzenli organizasyonlarını korumaya devam etmişlerdir. Histolojik olarak preparasyonlar geleneksel yüksek hızlı el aletleriyle benzer özellik gösterirler. Hiperemi olayı geçicidir ve kavite preparasyonlarına komşu pulpa dokusu ile lokalizedir. Fizyolojik bir yanıt olarak değerlendirilmelidir. Mine ve dentinde Er:Cr:YSGG lazer dalga boyu ile yapılan preparasyonlarda pulpal yanıt preparasyon tamamlandıktan 30 gün sonrasında bile görünür bir inflamatuar cevabın olmadığını göstermiştir (67). Diğer çalışmalar Er:Cr:YSGG lazer dalga boyunun kök yüzeyinde, yüksek enerji ayarında, erime ve karbonizasyon gibi değişiklikler olmadan kök yüzeyinde kullanılabileceğini göstermiştir (11,58,67).

Er:YAG lazer ve Er:Cr:YSGG uygulanan dişlerde minede karakteristik olarak tebeşirimsi bir yüzey görünümü oluşur. SEM görüntüleme çalışmaları lazer uygulamalarının yüzeyde restoratif materyal retansyonunu arttırdığını göstermiştir. Bu yüzeyler kompozit ve kompomer dolgu materyallerinin kullanımı için idealdir (11,14,63,64). Bir çok çalışma Er:YAG lazerlerin yapışma dayanıklılığı ve marjinal kapanma yetenekleri üzerine yapılmıştır. Bu çalışmaların sonuçlarının değişken olduğu görülmüştür (11,69). 1996 yılında Visuri ve arkadaşları, lazer ile ışınlanmış örneklerin, asit etching ve geleneksel yöntem ile uygulama yapılmış örneklerle karşılaştırdıkları zaman, yapışma dayanıklılıklarının arttığını gözlemlemişlerdir. Dentine uygulanan Er:YAG lazerlerin, kompozit materyalin kuvvetli yapışma için ihtiyaç duyduğu yüzey pürüzlendirme işlemini sağladıkları bildirilmiştir (11,68). Ramos ve arkadaşları (71) tüm lazer uyguladıkları grupları kontrol grubuyla karşılaştırdıklarında yapışma dayanıklılıklarında azalma belirlemişler ve bu azalmanın tek şişeli bonding sistemlerinde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. İncelenen gruplar içinde self etching primer sistemleri uygulanan grubun en iyi sonucu verdiği bu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Üşümez ve Aykent (70), porselen laminat veneerlerin yapışma dayanıklılık testleri sonucunda lazer ile etching, ortofosforik asit veya maleik asit ile etching yapılması arasında farkın olmadığını bildirmişlerdir.

Bazı araştırıcılar kompozit restoratif materyallerin, lazer ile hazırlanmış minede hiçbir yüzey preparasyonu gerekmeden veya asit etchinge ihtiyaç duyulmadan yapılabileceğini söylemişlerdir (11). İnce su tabakası istenmeyen

kalsiyum-fosfat ürününün oluşmasını engelleyerek yapışma dayanıklılığının olumsuz etkilenmesini önler (11,66). Bu çalışmalardaki değişken sonuçlar lazer parametrelerine, preparasyonda dolgu için kullanılan materyale ve lazer etching yüzeyine bağlıdır (11,58,68). Optimum yapışma için Erbiyum grubu lazerlerin pürüzlendirmede kullanımı sırasında uygulanacak en iyi enerji seviyesi ablasyon sınırının hemen altıdır. Böylece ablasyon debrisinin miktarını azaltarak preparasyon artıklarının oluşumu engellenir. Bu ablasyon parçaları yapışma için zayıf bir yüzey oluşturur. Yapıştırma işleminden önce bunların uzaklaştırılması gereklidir (11,64,68,69,70,72,76).

Yapılan birçok çalışmada Erbiyum lazerlerin Klas I ve Klas V kavitelerde mikro sızıntı olayını nasıl etkilediğine bakılmıştır. Klas I kavitelerde lazer ile yapılan mine preparasyonları ile frezle yapılan preparasyonlar arasında mikro sızıntı açısından hiçbir fark olmadığı bildirilmiştir (11,72). Araştırıcılar Er:YAG lazerin restorasyonda meydana gelen mikro sızıntıyı arttırıp arttıramayacağını araştırmışlardır (11,71,77). Er:YAG lazerler mikro sızıntıyı engelleyemezler, fakat yapılan çalışmalarda el aletleriyle veya air abrazyon metoduyla aralarında mikro sızıntı açısından farklılık olup olmadığı bir çok çalışmada tartışılmıştır (11,77).

Er:YAG lazerin sekonder çürük oluşumunu azalttığı veya tam olarak ortadan kaldırdığı kesin olarak söylenemez. Apel ve arkadaşları minede yaptıkları in vitro çalışmalarda Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerle kavite preparasyonlarını geleneksel yöntemlerle yapılan preparasyonlarla karşılaştırdıklarında sekonder çürük resistansı açısından hiçbir farklılığın olmadığını gözlemlemişlerdir.

Er:YAG lazerlerle dentin ablasyonunun belirgin avantajları vardır. Er:YAG lazer kullanıldığı zaman oluşan krater çapı ve kaldırılan materyal geleneksel yöntemlere göre daha fazladır. Bununla beraber ablasyon süreci boyunca komşu dokularda sıcaklık artışı Er:YAG lazerde daha azdır. Geleneksel metodlarla yüksek hızlı ve düşük hızlı el aletleri kullanılarak yapılan preparasyonlarda ağrı, ses ve vibrasyon hastada rahatsızlık oluşturur, lazerlerde bu yoktur (11).

Erbiyum lazer kullanılarak mine ve dentinde yapılan preparasyonlarda anestezik madde kullanımı miktarının azaldığı veya hiç anestezik madde ihtiyacının olmadığı belirtilmiştir (11,58,68,69).

LAZER TİPİ		**DENTAL KULLANIM POTANSİYELİ**
EXCİMER LAZER	Argon florid (ArF) Xenon klorid (XeCl)	Sert doku ablasyonu, dental kalkulus uzaklaştırılması
GAZ LAZERLER	Argon lazer(Ar)	Kompozit materyallerin sertleştirilmesi, diş beyazlatma, intraoral yumuşak doku cerrahisi, periodontitiste yumuşak doku cerrahisi
	Helyum Neon (HeNe)	Analjezi, dentin hipersensitivite tedavisi, aftöz ülser tedavisi
	Karbondioksit lazerler (CO_2)	İntraoral ve implant yumuşak doku cerrahisi, gingival melanin pigmentinin uzaklaştırılması, analjezi ve dental hipersensitivite tedavisi
DİOD LAZERLER	İndiyum Galyum arsenid Fosfor (İnGaAsP)	Çürük ve kalkulus belirlenmesinde
	Galyum Aleminyum Arsenid (GaAlAs) ve Galyum Arsenid)	İntraoral olarak genel ve implant cerrahisinde, periodontitiste subgingival küretajda, analjezi sağlanması, dentin hipersensitivite tedavisinde, pulpotomide, kök kanal dezenfeksiyonunda, aftöz ülser tedavisinde, gingival melanin pigmentasyonu tedavisinde
SOLİD DURUMLU LAZERLER	Çift sıklıklı Alexandrate	Dental plak ve kalkulusun selektif ablasyonu
	Neodmium:YAG (Nd:YAG)	İntraoral yumuşak doku cerrahisi, subgingival küretaj, analjezi, dentin hipersensitivite tedavisi, pulpotomi, kök kanal dezenfeksiyonu, mine çürüğünün uzaklaştırılması, aftöz ülser tedavisi, gingival melanin pigmentasyonunun giderilmesi
	Erbium Grubu: Erbium:YAG(Er:YAG) Erbium:YSGG(Er:YSGG) Erbium,Chromium:YSGG (Er,Cr:YSGG)	Çürük uzaklaştırılması ve kavite preparasyonu, mine ve dentin yüzeylerinin modifikasyonu, intraoral genel ve implant cerrahisi, subgingival küretaj, kök yüzeyinde skaling, osseöz cerrahi, dentin hipersensitivite tedavisi, analjezi, pulpotomi, kök kanal tedavisi ve dezenfeksiyonu, aftöz ülser tedavisi, gingival melanin/metal-tatto renkleşmesinin giderilmesi

Tablo 2: Dişhekimliğinde kullanılan lazerler ve kullanım alanları

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Kuark Lazer Şirketi Laboratuarı, Dicle Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya Laboratuarı, Dicle Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı Laboratuarı'nda yapılmıştır.

Bu çalışmada 2 farklı Self-Etch sistemi (Adper Promopt-L-Pop ve Clearfi SE Bond) ve bir Total-Etch sistemi (Adper Schotchbond Multi-Purpose) kullanılmıştır. Bu sistemlerin Er:YAG lazer tekniği kullanılarak açılan kaviteler ile frezle açılan kaviteler arasında mikro sızıntı açısından göstermiş oldukları farklılıklar incelenmiş, incelenen total etch sisteminde buna ek olarak Er:YAG sistemi ile yapılan pürüzlendirmenin asit ile pürüzlendirmeye göre mikro sızıntıyı nasıl etkilediğine bakılmıştır.

3.1. ÖRNEKLERİN ALINMASI:

Bu çalışmada, Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Ana bilim Dalına çeşitli nedenlerle başvuran çocuk hastalardan, yapılan oral muayene sonrasında alınan dişler kullanılmıştır. Yetmiş adet çürüksüz veya minimal çürüklü, üzerinde herhangi bir restorasyon bulunmayan, kök rezorpsiyonu olan diş çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma alanında çürüğü olan dişler ve rezorpsiyonu krona yaklaşmış olan dişler çalışma dışı bırakılmıştır. Alınan örnekler +4 ˚C de distile su içinde saklanmıştır.

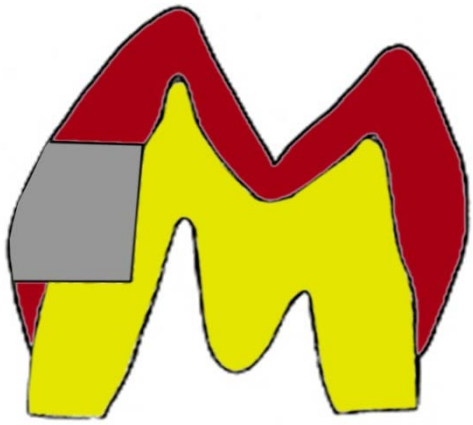
3.2. ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI:

Alınan örneklerin yüzeyleri bir periodontal küret yardımı ile temizlendikten sonra kalan periodontal atıklar bir bisturi ile temizlenmiştir. Dişler bir gün boyunca +4˚C de distile suda bekletilmiş, ikinci gün ise dişlerin tüm yüzeylerinin, çeşitli nedenlerle oluşan birikintiler, boyalar ve organik materyallerden, temizlenmesi işlemine geçilmiştir. Bu işlemde dişlerin yüzeyleri mikromotor ucuna takılan lastik, kıl fırçalar, pomza yardımı ile politürleri yapılarak tamamlanmıştır. Dişler rastgele onarlı gruplara ayrılmış ve 7 ayrı grup elde edilmiştir. Gruplara ayrılan dişler şişelerde +4˚C'de distile su içinde saklanmıştır.

Resim 1: Dişlerin temizlendikten sonraki görünümleri

3.3. KAVİTE PREPARASYONLARI :

Kavite preparasyonu dişlerin hem bukkal hem de lingual yüzeylerinde okluzal köşenin 1,5 mm altında ve gingival kenarda mine sement sınırının 1,5 mm üstünde kalacak şekilde Klas V kavite preparasyonu olarak dizayn edilmiştir. Kavite boyutlarının standart olması açısından kavitelerin 4 mm genişlik ve 3 mm yüksekliğinde yapılmıştır. Kavite derinliği kavitenin başladığı dış yüzeyden 1.5 mm derinlik olması sağlanmıştır. Bu ölçümlerin sabit olması için kaviteler bir periodontal sond ile ölçülmüştür.



Şekil 4: Kavite preparasyon şeklinin gösterimi

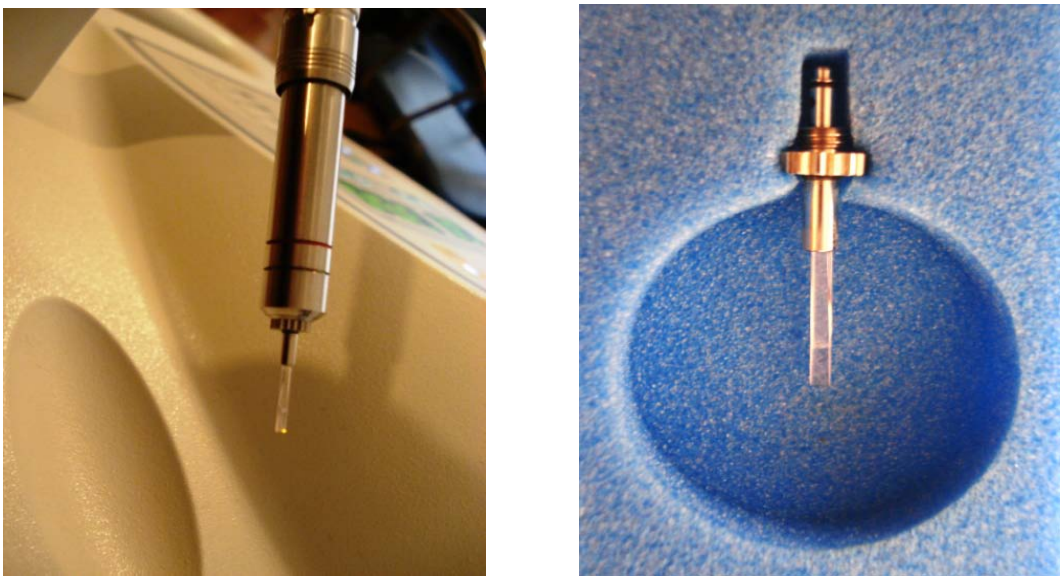
3.3.1. LAZER UYGULAMASI İLE KAVİTE PREPARASYONU:

Lazer ile kavite açılması için; düşük atımlı ve dalga boyu 2,94 µm olan VERSAWAVE Er:YAG lazer cihazı (HOYA CON BİO Feramont, CA, USA) kullanılmıştır.

Resim 2: Kullanılan Er:YAG lazer cihazının görüntüsü

Bu lazer cihazı fiber-optik taşıma kablosu ile lazer ışınını taşımaktadır. Kullanılan lazer cihazı her saniyede 3-50 atım yapabilen, her atımda maksimum 400 mJ (milijoule) enerji verebilen, bir cihazdır. Bu cihazda her atım arasında süre 250-300 mikro saniyedir.

Örneklerden 4 gruba (Grup I, II, III, IV) Er:YAG lazer uygulanmıştır. Bu dişlere su ve hava karışımı üretici firmanın direktifleri doğrultusunda ayarlanarak, kavitelerin açılması için optik kabloya bağlanan, düz tip başlık (STRAİGHT SLEEVE 312-0616, HOYA CON BİO Fermont, CA, USA) ucuna takılan fiberden yapılmış Chisel uç (1200x400µm, 625-8746, HOYA CON BİO Fermont, CA, USA) kullanılmıştır.



Resim 3: Kullanılan Er:YAG lazer cihazının başlığı ve chisel tip ucu

Lazer uygulanacak gruplarda, kavite açılması için minede üretici firmanın önerileri doğrultusunda, 20 Hz ve 250 mJ dentinde ise 20 Hz ve 140 mJ olarak ayarlanıp kullanılmıştır. Çalışma esnasında su/hava oranı 6 ml/sn ye ayarlanarak dokunun istenmeyen lazer etkilerine maruz kalması engellenmiştir. Lazer ışınının hedef alana çalışma boyunca dik bir şekilde gelmesi sağlanmıştır.

Resim 4: Kullanılan lazer parametrelerinin gösterilmesi

Chisel tip uç kavitenin açılması ve şekillendirilmesi esnasında kolaylık sağladığı için üretici firma önerileri doğrultusunda seçilmiştir. Bu uç konik tarzda, dikdörtgen biçiminde distal sonlanması olan (1,2 mm X 0,45 mm) ve düz ucu paralelliğin korunmasını kolaylaştıran, böylece yüzeyde ablasyonun kalitesini arttırarak istenmeyen ablasyon oluşmasını engelleyen bir yapıya sahiptir. Standardizasyonun sağlanması için her 10 kaviteden sonra uç değiştirilmiştir. Servikal marjinin mine sement sınırının 1,5 mm üstünde olmasına özen gösterilmiştir. Lazer ışını uygulandıktan sonra Total-etch sistemi uygulanacak olan IV. grup, lazer ile etching işlemi için ayrılmıştır.

Resim 5: Er:YAG lazer ile açılmış kavite

3.3.2. GELENEKSEL YÖNTEMLE KAVİTE PREPARASYONU

Geleneksel yöntemle kavite preparasyonu 3 gruba uygulanmıştır (Grup V, VI,VII). Bu dişlerin hem bukkal hem de lingual yüzlerinde kavite açmak için; yüksek hızlı el aleti ünit-foteye bağlanarak kullanılmıştır (KAVO 636-P S.N:07-1020907 Kaltenbach &Voigt GmbH/Germany). Giriş kaviteleri yuvarlak başlı frez ile açılmış (Micro Diamond Technologies 801-012C Lot:59691) ve kavitelerin iç duvarlarının genişletilmesi ve düzleştirilmesi için ise tersine konik frez (M&A DİATEK 805 314 010 534 012) kullanılmıştır. Standardizasyonun sağlanması için her 5 kavitede bir yeni bir frez kullanılmıştır.

(A)

(B)

(C)

(D)

Resim 6: Geleneksel yöntemle hazırlanan kavitelerde kullanılan frezler (A,B), başlık (C) ve açılan kavite (D)

3.4. LAZER İLE YÜZEY PÜRÜZLENDİRMESİ İŞLEMİ

Lazer ile hazırlanan kavitelerde yüzey pürüzlendirmesi işlemi (etching) Total etch uygulanacak olan IV nolu grupta uygulanmıştır. Bu uygulama için dalga boyu 2,94 µm olan VERSAWAVE Er:YAG lazer cihazı (HOYA CON BİO Feramont, CA, USA) kullanılmıştır. Prüzlendirme işlemi, kavite açıldıktan üretici firmanın önerileri doğrultusunda non kontak ve defocus modunda yapılmış ve enerji değeri olarak 2 Hz ve 80 mJ de kullanılmıştır. İşlem boyunca hava/su spreyi aktif olarak çalışmıştır (5 ml/dak.).

3.5. ADEZİV MATERYALLERİN UYGULAMA AŞAMALARI:

Kavite açılma işlemi bittikten sonra adeziv materyallerin uygulanması aşamasına geçilmiş ve bu aşama için gruplara ayrılan dişlere hangi materyalin uygulanacağı belirlenmiştir. Yedi gruba ayrılan dişlerden gruplara göre uygulanan teknik ve adeziv ajanlar aşağıda belirtilmiştir.

GRUP NO	KAVİTE PREPARASYONU	ADHEZİV SİSTEM	LOT NUMARASI	ÜRETİCİ
I	Er:YAG LAZER	ADPER PROMPT L-POP	246598	3M ESPE,St. Paul. MN, USA
II	Er:YAG LAZER	CLEARFİL SE BOND	41560	KURARAY MED.İNC, TOKYO/JAPAN
III	Er:YAG LAZER	ADPER SCHOTCHBOND MULTİ PURPOSE	20060808	3M ESPE,St. Paul. MN, USA
IV	Er:YAG LAZER+ Er:YAG LAZER İLE PRÜZLENDİRME	ADPER SCHOTCHBOND MULTİ PURPOSE	20060808	3M ESPE,St. Paul. MN, USA
V	GELENEKSEL	ADPER PROMPT L POP	246598	3M ESPE,St. Paul. MN, USA
VI	GELENEKSEL	CLEARFİL SE BOND	41560	KURARAY MED.İNC, TOKYO/JAPAN
VII	GELENEKSEL	ADPER SCHOTCHBOND MULTİ PURPOSE	20060808	3M ESPE,St. Paul. MN, USA

Tablo 3: Kullanılan adeziv materyaller ve kullanıldıkları gruplar

3.5.1. ADPER PROMPT L POP UYGULAMASI:

Gruplara ayrılan dişlerden I. ve V. gruplara uygulanmıştır. Preparasyondan sonra açılan kavitelerden doku artıkları, su ve nem hafif şekilde hava spreyi 15 saniye uygulanarak uzaklaştırılmıştır. Her kavite için bir Adper Prompt L Pop (3M ESPE St.Paul MN, USA) kullanılacak şekilde, dişlere uygulanma yapılmıştır. Uygulama yapılırken önce kırmızı olan hazneye parmakla baskı yapılarak içeriğin sarı hazneye geçmesi sağlandıktan sonra kırmızı hazne katlanarak içeriğin tam olarak sarı hazneye geçmesinden emin olunduktan sonra sarı hazneye parmakla baskı yapılarak karışımın tam bir şekilde aplikatör haznesine geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra açılmış olan kaviteye uygulandı. 15 saniye beklendikten sonra kavite gözlemlendi. Kavitede düz ve parlak bir yüzey oluşmuş ise on saniye boyunca LED

(Light Emmiting Diodes) cihazı (Tu-Tu/Cl Curing Lights, IV Tech,G&H Wire Company, Greenwood, USA) ile ışıkla setleştirildi. Eğer kavitede düz ve parlak bir yüzey oluşmamışsa adeziv ajan tekrar uygulanarak yüzeye tam yayılması sağlandıktan sonra LED ile sertleştirildi.

Resim 7: Self-Etch adeziv ajan olarak kullanılan Adper Prpmpt L-Pop seti

3.5.2. CLEARFİL SE BOND UYGULAMASI:

Gruplara ayrılan dişlerden II. ve VI. gruplara uygulandı. Preparasyondan sonra açılan kavitelerden, doku artıkları, su ve nem hava spreyi hafif şekilde 15 saniye uygulanarak uzaklaştırıldı. Clearfil SE Bond'un (Kuraray Medical Inc., Tokyo, JAPAN) primeri tüm dentin yüzeyine fırça ile uygulanıp yirmi saniye bekletildikten sonra orta şiddette hava spreyi yardımı ile primer dağıtılarak tüm yüzeye eşit şekilde dağılması sağlandı. Daha sonra Clearfil SE Bond'un adezivi uygulandı. Adezivin eşit şekilde dağılması için hafifçe hava spreyi kullanılarak homojen bir şekilde dağılması sağlandı. LED cihazı ile 10 saniye süre ile ışık verilerek (Tu-Tu/Cl Curing Lights, IV Tech, G&H Wire Company, Greenwood, USA) polimerizasyonu sağlandı.

Resim 8: Self-Etch adeziv ajan olarak kullanılan Clearfil Se Bond seti

3.5.3. ADPER SCHOTCHBOND MULTİ-PURPOSE UYGULAMASI:

Gruplara ayrılmış olan dişlerden III., IV. ve VII. grup dişlere uygulanmıştır. Üç basamaklı Total Etch sistemi uygulanırken asitleme aşamasında deneye Er:YAG ile asitleme işlemi de katılmıştır. Böylece asit uygulamadan yüzey hazırlığı yapılmasında, Er:YAG lazerin etkinliğine bakılmıştır.

III ve VII. grup dişler de uygulamada preparasyondan sonra açılan kavitelerden, doku artıkları, su ve nem hava spreyi hafif şekilde 15 saniye uygulanarak uzaklaştırıldı. Daha sonra kavitelerin mine ve dentin yüzeylerine Adper Schotchbond kitinde bulunan asit (%35 H_3PO_4 3M ESPE, St.Paul MN,USA) 15 saniye süre ile uygulandı. Uygulamadan sonra dişler 15 saniye hava su spreyi yardımı ile yıkandı, pamuk pelet yardımı ile kurutuldu ve kavitelerin hafif nemli kalması sağlandı.

IV. grup için ise Er:YAG lazer cihazı ile kavite açıldıktan sonra uygulama için dalga boyu 2,94 μm olan VERSAWAVE Er:YAG lazer cihazı (HOYA CON BİO Feramont, CA, USA) kullanıldı. Prüzlendirme işlemi açılan kavitelerde üretici firmanın önerileri doğrultusunda non kontak ve defocus modunda yapıldı ve 2 Hz ve 80 mJ de kullanıldı. İşlem boyunca hava/su spreyi aktif olarak çalıştırıldı (5 ml/dak). Daha sonra kaviteler bir pamuk pelet yardımı ile kurutuldu ancak kavitelerin hafif nemli kalması sağlandı.

Resim 9: Er:YAG lazer ile pürüzlendirme işlemi yapılmış diş

Yüzeyin hazırlanması işleminden sonra tüm gruplardaki kavitelerde bir pamuk pelet yardımı ile primer tek kat olacak şekilde mineye ve dentine uygulandı. Hafifçe 5 sn boyunca hava sıkılarak primerin yüzeye dağılması sağlandı. Adeziv ajan bir pamuk pelet yardımı ile kavitelere uygulandı. İyice yüzeye dağılması sağlandıktan sonra 10 saniye boyunca LED (Tu-Tu/Cl Curing Lights, IV Tech,G&H Wire Company, Greenwood, USA) ile ışın verilerek polimerizasyon sağlanmıştır.

Resim 10: Total Etch adeziv ajan olarak kullanılan Adper Schotchbond Multi-Purpose seti

ADHEZİV SİSTEM	ÜRETİCİ	KOMPOZİSYONU	PH	AÇIKLAMA	LOT NO
Adper Schotchbond Multi-Purpose	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Komponent 1 (etchant): %35 H_3PO_4 Komponent 2: Schotchbond Multi-Purpose Primer): 2-hydroxylmethacrilate (HEMA) , Polialkenoik asit polimeri,Su Komponent 3 (Schotchbond Multi-Purpose Adezivi) Bis-Phenol A-diglycidilmethacrilate (Bis-GMA), 2-hydroxylmethacrilate (HEMA), Tersiyer aminler(hem ışıkla sertleşme hem de kenidiliğinden sertleşme için kullanılmaktadır) , Fotoinitatör.	Primer:3.3 Bonding: 8.2		20060808
Clearfil SE Bond	Kuraray Medical Inc. Tokyo/Japan	Komponent 1: (SE Bond Primer): 10-Methacryloyldecryl dihydrogen phosphate (MPD) 2-hydroxylmethacrilate (HEMA) Hydrophilic dimetacrilate Fotoinitatör; dI-Camphorquinon , N,N-Diethanol-p-toluidine, Su Komonent 2 :(SE Bond Adezivi): 10-Methacryloyldecryl dihydrogen phosphate (MPD) 2-hydroxylmethacrilate (HEMA) Bis-Phenol,A-diglycidilmethacrilate (Bis-GMA) Hidrophylic Di-Metacrilate Fotoinitatör; dI-Camphorquinon, N,N-Diethanol-p-toluidine, Silanated Colloidal Silica	Primer:2	Işıkla sertleşme reaksyonu + Kuru Bonding	41560
Adper Prompt L Pop	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Kırmızı Hazne: Metakrilik Fosfatlar Bis-Phenol A-diglycidilmethacrilate (Bis-GMA) Foto-initatörler Sarı Hazne: Su 2-hydroxylmethacrilate (HEMA) Polialkenoik Asit Polimerleri		Işıkla sertleşme gösterir + Kuru bonding	246598

Tablo 4: Çalışma için seçilen adeziv sistemlerin içerikleri

3.6. KULLANILAN LED CİHAZI :

Polimerizasyonun sağlanması için kullanılan ışık cihazı dalga boyu 380-480 nm arasında olan TuTu/CL Light (IV Tech,G&H Wire Company, Greenwood, USA) LED cihazıdır. (Model: DTC 5974 SN: 270877)

Resim 11: Kullanılan led cihazı

3.7. RESTORASYONUN YAPILMASI:

Tüm gruplarda kavitelere adeziv prosedürler uygulandıktan sonra restorasyonları yapılmıştır. Restorasyonlar için ECUSIT (DMG GmbH Hamburg, Germany) kompozit materyali kullanıldı. Seçilen B2 renginde pasta, (REF: 210882) şırıngasından ağız spatülü ile alınarak dişlere kondanse edilerek 1 mm'lik tabakalar halinde uygulandı. Tabakalara 20 saniye ışın verilerek polimerizasyon sağlandı. En son tabaka uygulaması yapıldıktan sonra kavite kenarlarında kalan fazla kompozit materyali bir bistüri yardımı ile kavite duvarlarında kondanse olmuş olan kompozitin şekli bozulmadan hafifçe kesilerek alındı, ve en son tabakaya 20 sn ışın verilerek restorasyon bitirildi.

Resim 12: Kullanılan ECUSİT komposit seti

Restorasyonları yapıldıktan 24 saat sonra dişlere bitirme ve polisaj diskleri ile bitirme işlemleri uygulandı. (Flexi-Snap KİT, EDENTA AG, Hauptstrasse 7, CH-9434 AU/SG, Switzerland)

Resim 13: Bitirme işleminde kullanılan diskler

Bitirme işleminin tamamlanmasından sonra dişler 24 saat +4 °C' de bekletildikten sonra toplu halde su banyosuna tabii tutuldu. Su banyosu Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya Anabilim Dalı Laboratuarında yapıldı. Su banyosu için örneklere, 5 °C ve 55 °C'lik su banyosunda, banyolar arasında 3 saniyelik farkla her banyoda 1'er dakika kalacak şekilde 500 döngü yaptırıldı.

Boya penetrasyon testi için dişlerin apeksleri, bifurkasyon noktaları, rezorbsiyon olan alanlar ve mikro sızıntı testini olumsuz yönde etkileyecek olan her nokta mum ile kapatıldı. Bu işlemden sonra kavite kenarlarında 1 mm'lik alan açık kalacak şekilde dişin tüm yüzeyi iki kat tırnak cilası ile kapatıldı. Böylelikle sadece dolgu yapılan yüzeylerinin boya ile temas etmesi sağlandı.

Cilalama işlemi bittikten sonra dişler suda çözünmüş %1'lik metilen mavisi (pH: 7) solüsyonu içinde 24 saat bekletildikten sonra, dişlerin yüzeylerindeki boya diş fırçası ve bol su yardımı ile uzaklaştırıldı. Dişlerin üzerindeki tırnak cilaları uzaklaştırılarak mum ile kapatılmış olan yerlerin üzerinden mum artıkları temizlendi. Dişler tekrar bol su yardımı ile iyice yıkandıktan sonra bukko-lingual yönde kesim için hazırlandı.

Dişlerin bukko-lingual yönde kesimi, dişlerin bukkal ve lingual taraflarında yapılan restorasyonların tam ortalarından geçecek şekilde ayarlanarak hava su spreyi ile çalışan bir mikro motor (Bien-Air CA 171, Bien-Air SA Längasse 60, Switzerland) ve ucuna takılan çift yönlü elmas kaplı separe frez (FIS, No: 329, Finzler Schrock&Kimmel GmbH, Germany) ile yapıldı. Kesilen dişlerin bir tarafı sadece mikroskopta incelenmek için alındı. Dişlerin hem bukkaldeki hem de lingual yüzlerindeki dolgular ayrı ayrı incelendi.

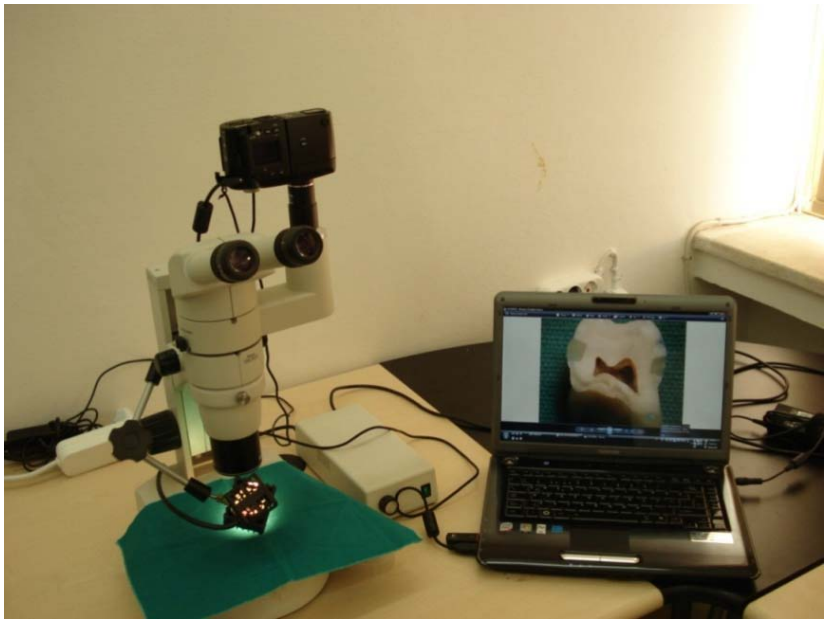
(A)

(B)

Resim 14: Dişleri ikiye ayırmada kullanılan separe (a) ve bukko-lingual olarak ikiye kesilmiş diş örneği (b)

3.8. MİKRO SIZINTININ MİKROSKOP ALTINDA İNCELENMESİ

Bu çalışma Dicle Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı Laboratuarında yapılmıştır. 7 grup örnek ayrı ayrı petri kaplarına konularak steromikroskop (Nikon Goldpix 4500 dijital fotoğraf ataçmanlı Nikon SMZ-800 Stereo-mikroskop, Nikon instrument inc. Nikon Corporation Kawasaki/Japan) altında incelemeye alındı. Doku örnekleri üstten aydınlatılarak 35X büyütme ile fotoğrafları çekildi. Fotoğraflar çekilirken aynı zamanda her diş için skorlama ve oküler mikro metre ile sızıntı ölçümü yapıldı. Örneklerin boya penetrasyonu 35X'te değerlendirildi.



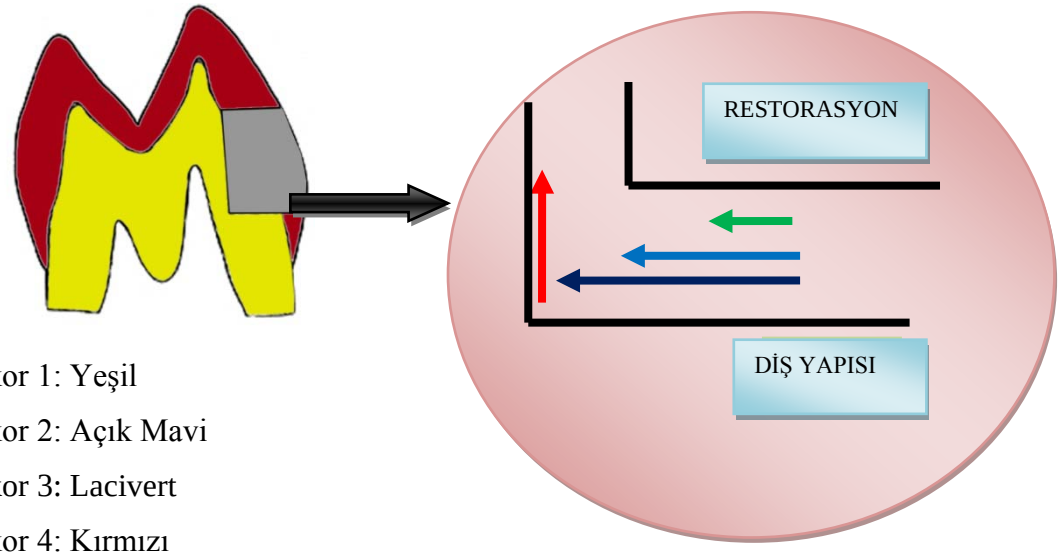
Resim 15: Çalışmada kullanılan Stero Mikroskop

Kullanılan mikro sızıntı skalası için daha önce yapılan araştırmalarda kullanılmış olan bir skala seçilmiştir (16,82). Bu skorlamada mikro sızıntının daha fazla olduğu gingival kenardan ölçüm yapılarak yapıldı.

Skorlama:

- Skor 0= Boya Penetrasyonu Yok
- Skor 1= Kavite Duvarının 1/3ünde Ara Yüzde Boyanma Var
- Skor 2= Kavite Duvarının 2/3 Ünde Ara Yüzde Boyanma Var
- Skor 3= Kavite Duvarında Boya Penetrasyonu Var Ama Aksial Duvarda Boya Yok

❖ Skor 4= Aksial Duvar Dahil Boya Penetrasyonu Var. Şeklinde değerlendirilmiştir.



Skor 1: Yeşil

Skor 2: Açık Mavi

Skor 3: Lacivert

Skor 4: Kırmızı

Şekil 5: Skorların şekille gösterilmesi

3.9.İSTATİSTİK İNCELEME:

Bu çalışmada tüm skorlar bilgisayar ortamında SPSS versiyon 15 for Windows istatistiksel paket programı yardımı ile değerlendirildi. İstatistiksel test olarak Chi-Square testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılıkların belirlenmesinde $p<0,05$ anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

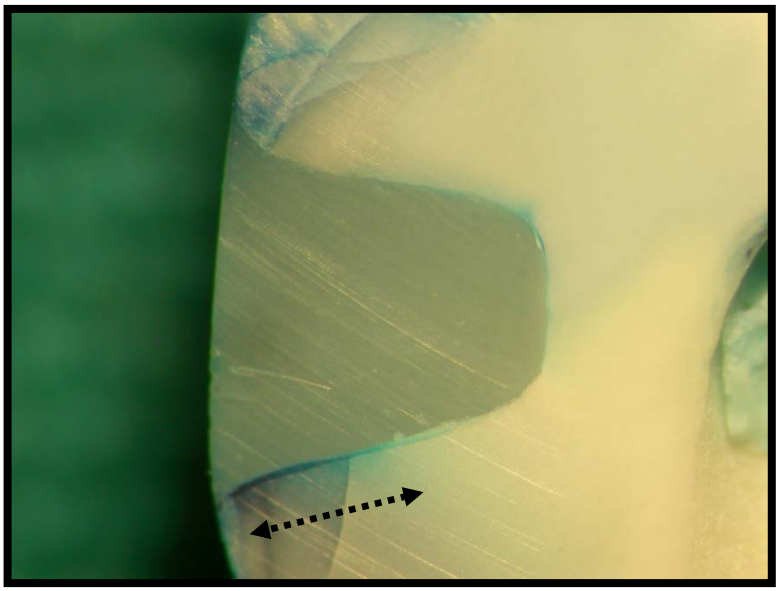
Bu çalışmada süt dişlerinde Er:YAG lazer ile açılan kavitelerde ve geleneksel yöntemle açılan kavitelerde uygulanan Self Etch (Adper Prompt L Pop ve Clearfil SE Bond) ve Total Etch (Adper Schotch Bond) adeziv sistemlerinin, mikro sızıntı değerlerine karşılaştırmalı olarak Stero-mikroskop altında bakıldı. Buna ek olarak Total Etch Adeziv sisteminde Er:YAG lazer ile yapılan yüzey hazırlama işleminin, geleneksel asit etching işlemine göre mikro sızıntıya etkileri Stero-mikroskop altında değerlendirildi.

Adper Prompt L-Pop için yapılan stero mikroskop çalışmasında hem kontrol hem de lazer grubunda toplamda 40 örnek karşılaştırılmış ve bu karşılaştırılan örnekler arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmüştür. Yapılan istatistiksel çalışmada chi-square=2,095 olarak bulunmuştur ki buda istatistiksel olarak p= 0,553 (p>0,05)olduğundan anlamsızdır. Kontrol grubunda ve Er:YAG lazer grubunda yapılan gözlemlerde örneklerin daha çok Skor 2'de dağılım gösterdiği (2/3 ara yüzde boyanma) gözlemlenmiştir. Bunu Skor 1'de dağılım (1/3 Ara yüzde boyanma) takip etmektedir. (Tablo 5)

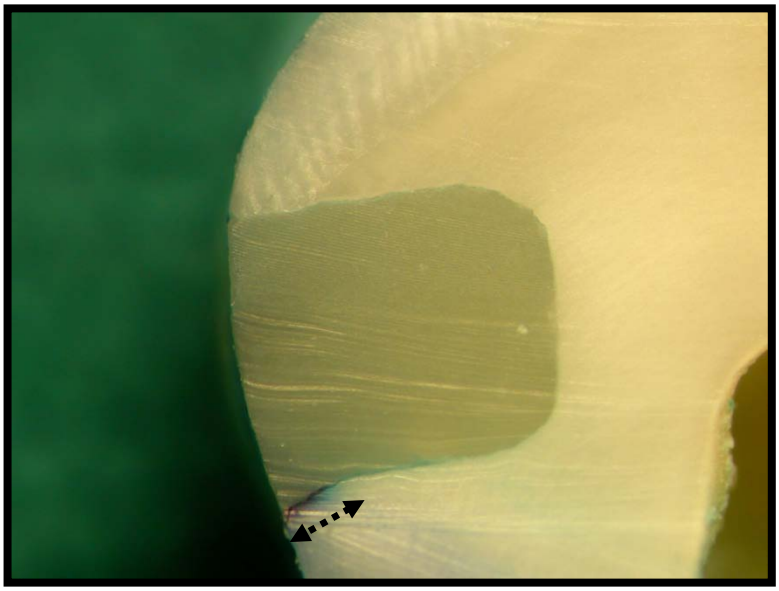
Adper Prompt L-Pop			Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
GRUPLAR	LAZER	n	1	5	12	2	0
		GRUP İÇİ %	%5,0	%25	%60,0	%10,0	%0,0
		GRUPTA TOPLAM %	%2,5	%12,5	%30,0	%5,0	%0,0
	KONTROL	n	3	7	9	1	0
		GRUP İÇİ %	%15,0	%35	%45,0	%5,0	%0,0
		GRUPTA TOPLAM %	%7,5	%17,5	%22,5	%2,5	%0,0

Tablo 5: Adper Prompt L-Pop için skorlara göre Er:YAG ve kontrol gruplarının istatistiği

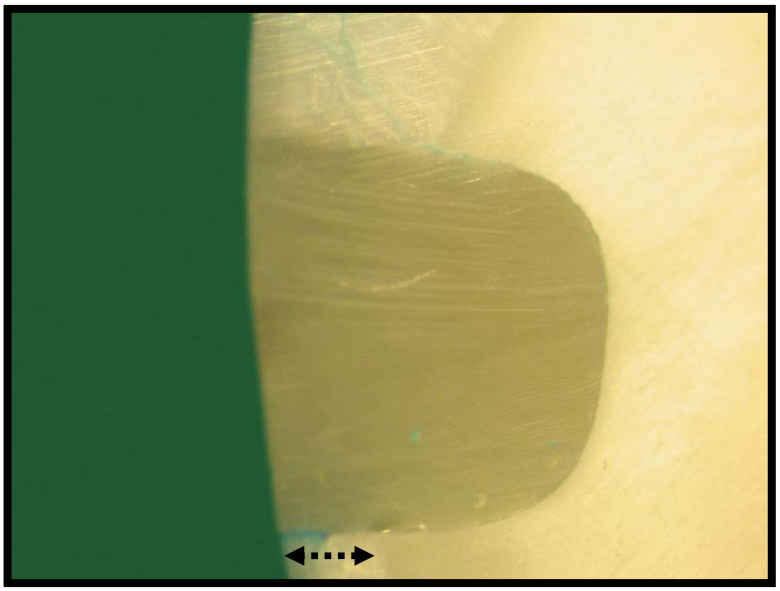
(chi-square = 2,095,p = 0,553)



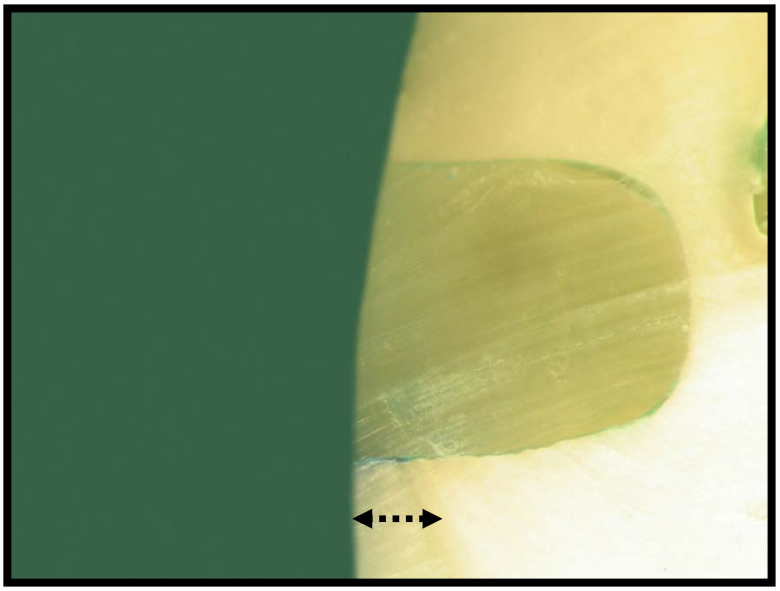
Resim 16: Adper Prompt L-Pop grubunda Er:YAG Lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



Resim 17: Adper Prompt L-Pop grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



Resim 18: Adper Prompt L-Pop grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 1/3 ara yüzde boyanma (Skor 1) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



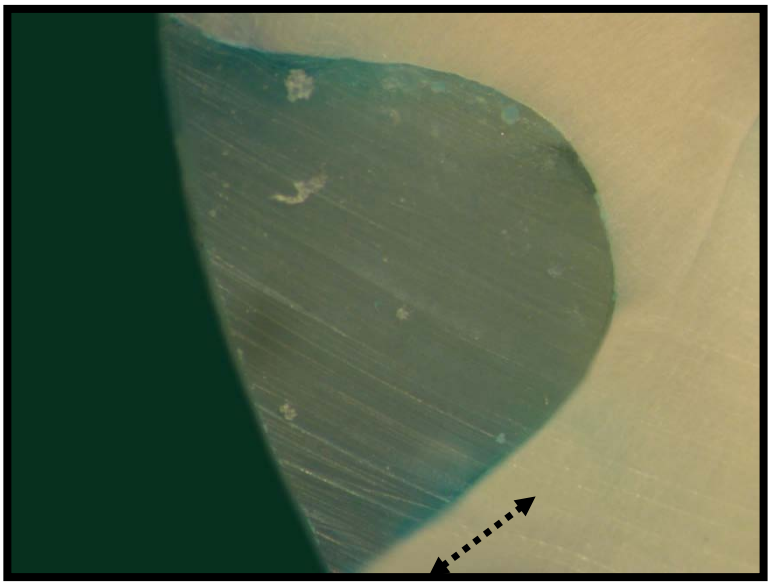
Resim 19: Adper Prompt L-Pop grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 1/3 ara yüzde boyanma (Skor 1) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)

Clearfil SE Bond için yapılan Stero-mikroskop çalışmasında hem kontrol hem de lazer grubunda toplamda 40 örnek karşılaştırılmış ve bu karşılaştırılan örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmüştür. Skorların lazer ve kontrol grupları arasında görülme sıklığı açısından önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. Yapılan istatistiksel çalışmada chi-square=13,2 olarak bulunmuştur, istatistiksel olarak p= 0,004 (p<0,05) olduğundan anlamlıdır. Kontrol grubunda ve Er:YAG lazer grubunda yapılan gözlemlerde örneklerin daha çok Skor 2'de dağılım (2/3 ara yüzde boyanma) gösterdiği gözlemlenmiştir. Bunu kontrol grubunda Skor 0 (Boya yok) ve Er:YAG lazer uygulanan grupta ise Skor 3 (Axial duvarda boya yok) takip etmektedir(Tablo 6).

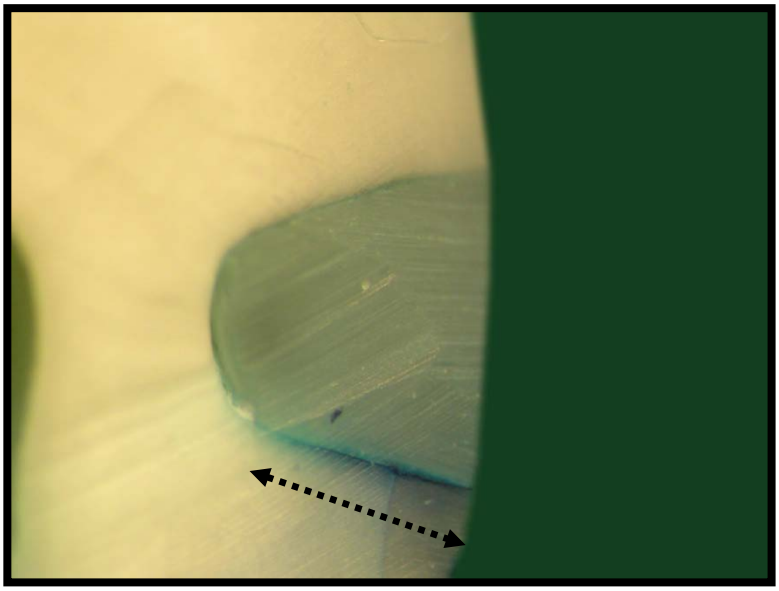
Clearfil SE Bond			Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
GRUPLAR	LAZER	n	0	2	11	7	0
		GRUP İÇİ %	%0	%10,0	%55,0	%35,0	%0
		GRUPTA TOPLAM %	%0	%5,0	%27,5	%17,5	%0
	KONTROL	n	6	3	11	0	0
		GRUP İÇİ %	%30,0	%15,0	%55,0	%0	%0
		GRUPTA TOPLAM%	%15,0	%7,5	%27,5	%0	%0

Tablo 6: Clearfil Se Bond için skorlara göre Er:YAG ve kontrol gruplarının istatistiği

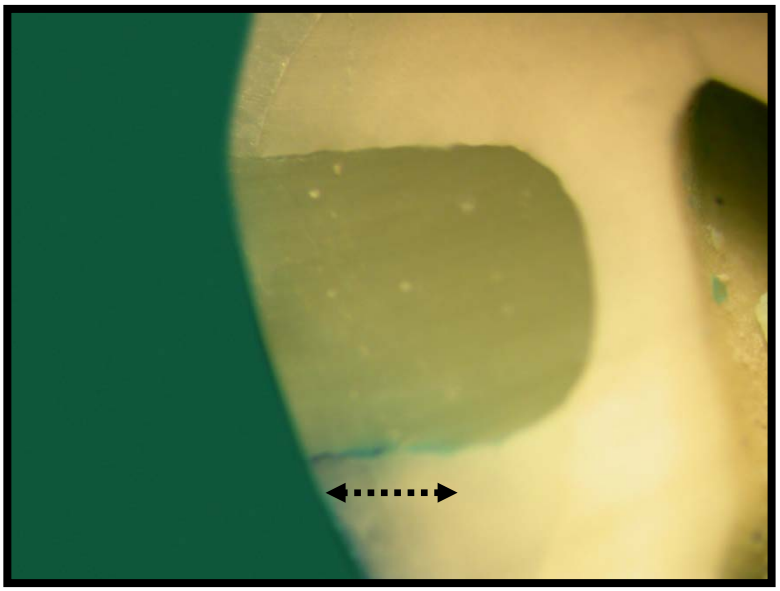
(chi-square =13,2 p = 0,004)



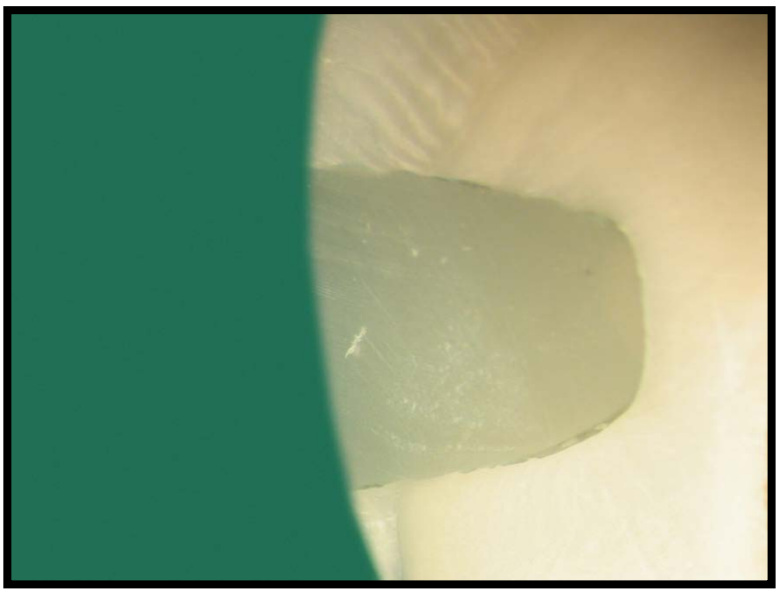
Resim 20: Clearfil Se Bond grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



Resim 21: Clearfil Se Bond grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda skor 3 (Aksial duvarda boya yok) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



Resim 22: Clearfil SE Bond grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



Resim 23: Clearfil Se bond grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda boyanma yok (Skor 0) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)

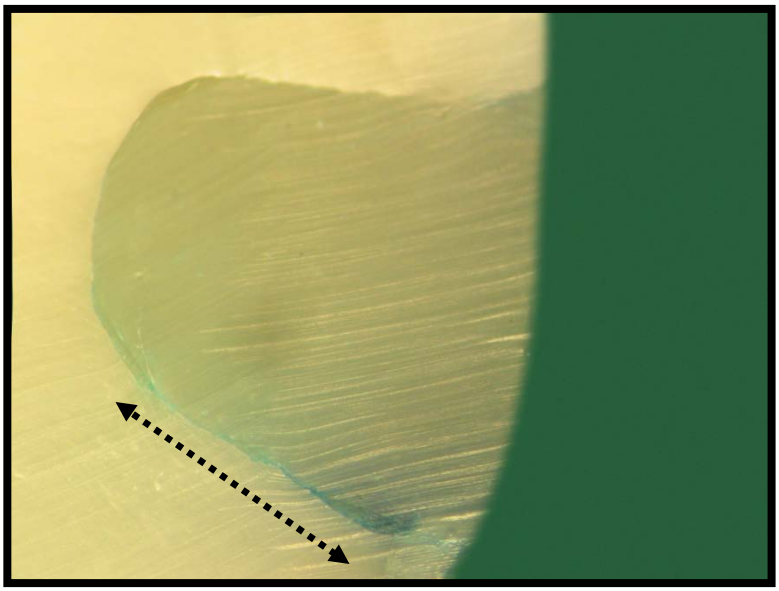
Adper Schotchbond kullanılan gruplardaki kavitelerde mikro sızıntı değeri lazer, kontrol ve lazer etch gruplarında değerlendirildiğinde, lazer ve kontrol gruplarında skorların değişimi yakınlık göstermektedir. Lazer grubu ile lazer etch grubu arasında da skor değişimlerinin yakınlık gösterdiği görülmektedir. Ancak kontrol grubu ile lazer etch grubu karşılaştırıldığı zaman önemli düzeyde farklılık gözlemlenmiştir. Skorlar lazer, kontrol ve lazer etch grupları arasında görülme sıklığı açısından önemli değişiklikler göstermektedir. Yapılan istatistiksel çalışmada Chi-Square=20,851 olarak bulunmuştur, istatistiksel olarak p= 0,008 ve p<0,05 olduğundan anlamlıdır. Adper Schotchbond için yapılan stero mikroskop çalışmasında hem kontrol, hem lazer hem de lazer etch grubunda toplamda 60 örnek karşılaştırılmış ve bu karşılaştırılan örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmüştür (Tablo7).

Kontrol grubunda, Er:YAG lazer grubunda ve Er:YAG Laser + Etch grubunda yapılan gözlemlerde örneklerin daha çok Skor 2'de dağılım (2/3 ara yüzde boyanma) gösterdiği gözlemlenmiştir. Bunu kontrol grubunda Skor 1 ve Skor 0, Er:YAG lazer grubunda Skor 1 ve Skor 3, Er:YAG Lazer + Etch Grubunda ise Skor 3 izlemektedir (Tablo 7).

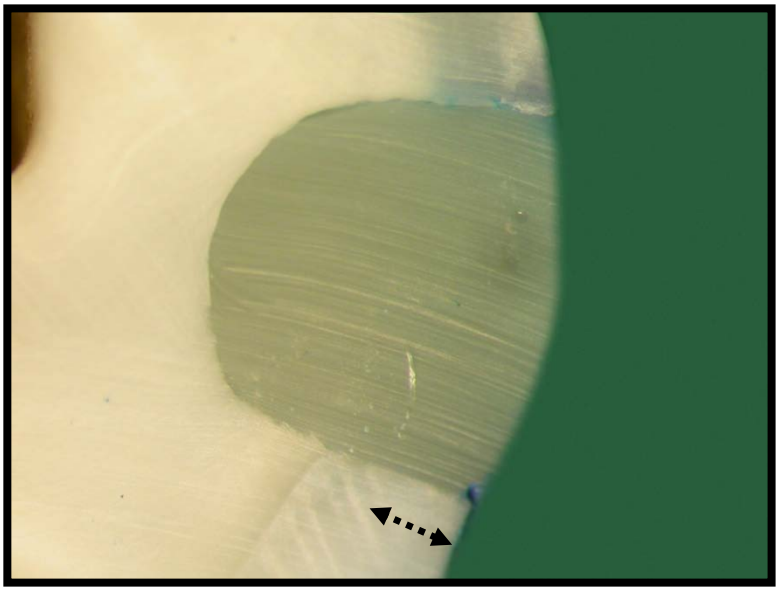
ADPER SCHOTCHBOND MULTİ-PURPOSE			Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
GRUPLAR	LAZER	SAYI	0	4	12	4	0
		GRUP İÇİ%	%0	%20,0	%60,0	%20,0	%0
		GRUPTA TOPLAM%	%0	%6,7	%20,0	%6,7	%0
	LAZER+ Er:YAG ETCH	SAYI	0	3	8	6	3
		GRUP İÇİ%	%0	%15,0	%40,0	%30,0	%15,0
		GRUPTA TOPLAM%	%0	%5,0	%13,3	%10,0	%5,0
	KONTROL	SAYI	5	5	9	1	0
		GRUP İÇİ%	%25,0	%25,0	%45,0	%5,0	%0
		GRUPTA TOPLAM%	%8,3	%8,3	%15,0	%1,7	%0

Tablo 7: Adper Schotchbond Multi-Purposebond için skorlara göre er:yag, kontrol ve Er:YAG Etch gruplarının istatistiği

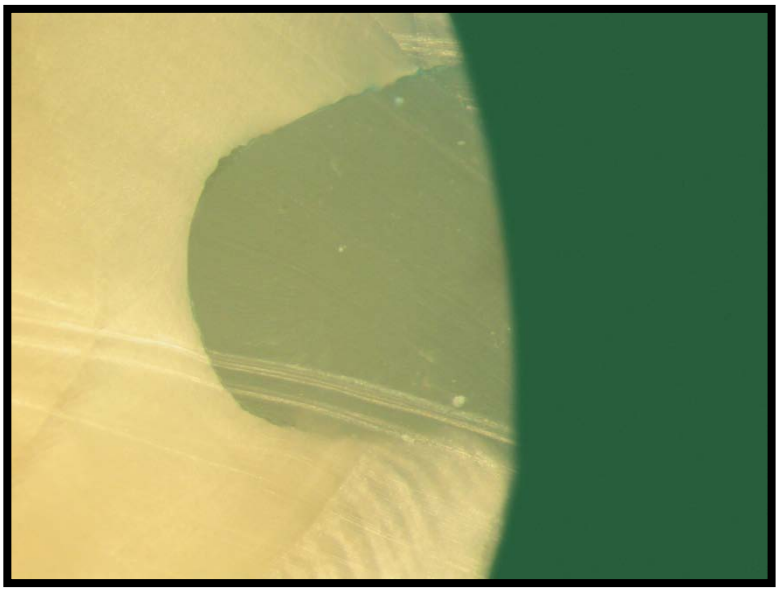
(chi-square= 20,851 p = 0,008)



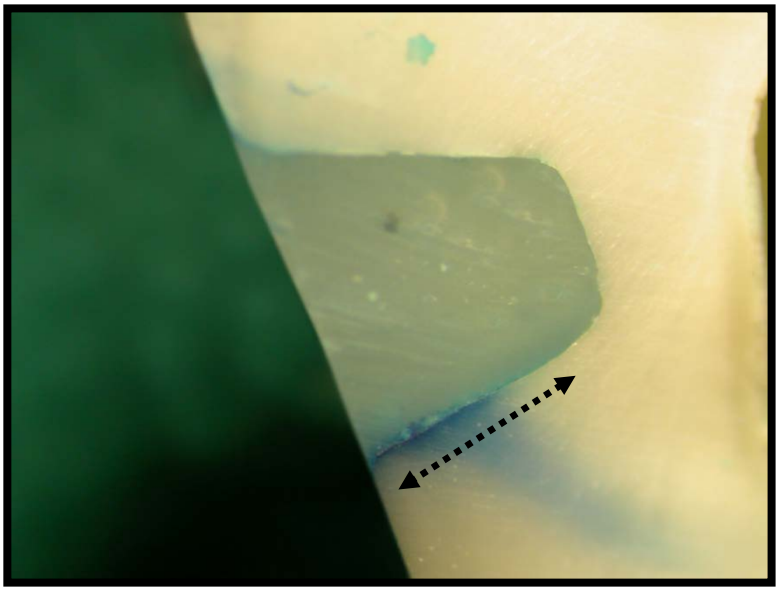
Resim 24: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



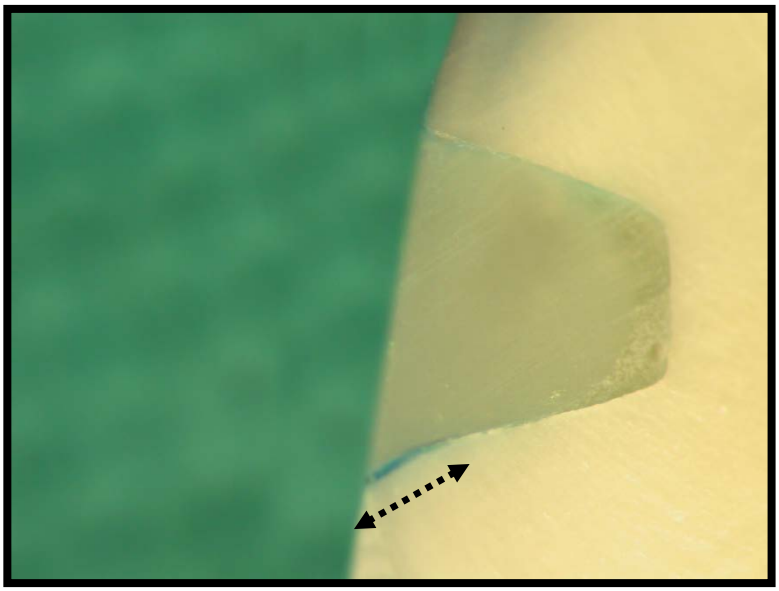
Resim 25: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda 1/3 ara yüzde boyanma (Skor 1) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



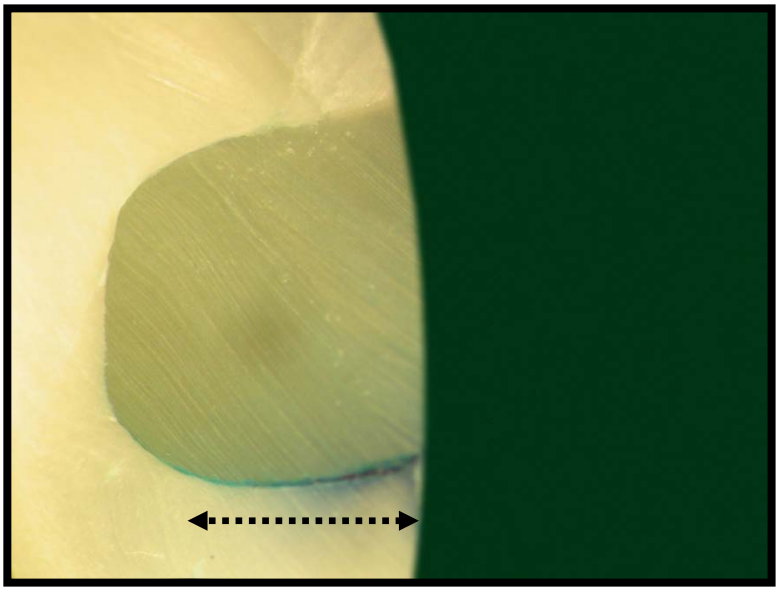
Resim 26: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda geleneksel yöntem ile açılmış kavitede gingival kenarda boyanma yok (skor 0) (stero-mikroskopta 35x ile büyütmede)



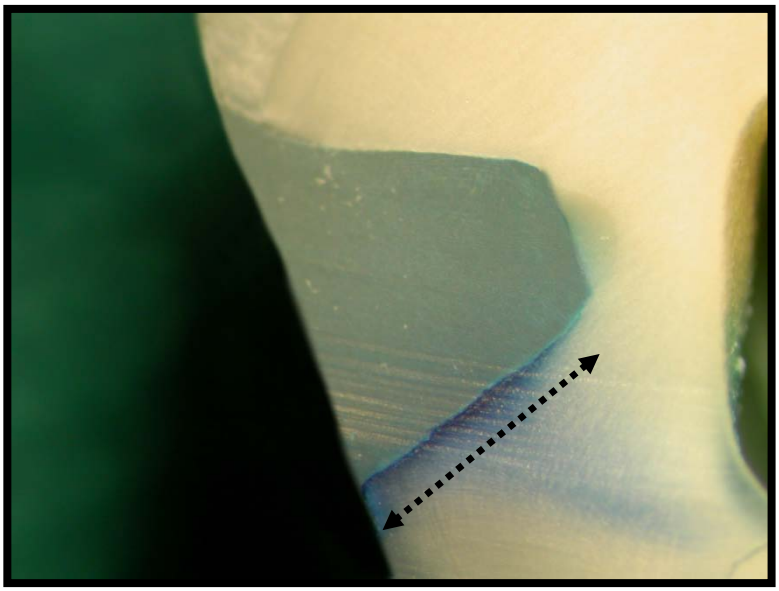
Resim 27: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (Skor 2) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



Resim 28: Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede gingival kenarda 1/3 ara yüzde boyanma (Skor 1) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



Resim 29: Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede Er:YAG lazer ile pürüzlendirme işlemi yapılmış adper schotchbond multi-purpose grubunda gingival kenarda 2/3 ara yüzde boyanma (skor 2) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)



Resim 30: Er:YAG lazer kullanılarak açılmış kavitede Er:YAG lazer ile pürüzlendirme işlemi yapılmış Adper Schotchbond Multi-Purpose grubunda gingival kenarda skor 3 (aksial duvarda boya yok) (stero-mikroskopta 35X ile büyütmede)

Lazer ve kontrol gruplarında Lazer + Er:YAG Etch grubu çıkartılarak sadece teknik olarak 120 örnek üzerinde skorlara göre değerlendirildiğinde; lazer ve kontrol grupları arasında önemli ölçüde farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (chi-square=20,511 ve p=0,0 p<0,05). Bu anlamlılık teknikler arasında istatistiksel olarak farklılığın olduğunu göstermektedir. Bu farklılık istatistiksel olarak geleneksel yöntem lehinedir (Tablo 8).

			Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
GRUPLAR	LAZER	n	1	11	35	13	0
		GRUP İÇİ%	1,7%	18,3%	58,3%	21,7%	0,0%
		TOPLAM%	,8%	9,2%	29,2%	10,8%	0,0%
	KONTROL	n	14	15	29	2	0
		GRUP İÇİ%	23,3%	25,0%	48,3%	3,3%	0,0%
		TOPLAM%	11,7%	12,5%	24,2%	1,7%	0,0%

Tablo 8: 120 örnek için tekniklerin skorlara göre karşılaştırılması
(Chi-square=20,511 p=0,0)

GRUPLAR			Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor3	Skor 4	Toplam
Adper Prompt L-Pop	Lazer	n	1	5	12	2	0	20
		Grup içindeki %	%5	%25	%60	%10	%0	%100
		Toplamda %	%0.71	%3,57	%8,57	%1,42	%0	%14.28
	Kontrol	n	3	7	9	1	0	20
		Grubu içinde %	%15	%35	%45	%5	%0	100%
		Toplamda %	%2,14	%5	%6,42	%0,71	%0	%14,28
Clearfil SE Bond	Lazer	n	0	2	11	7	0	20
		Grup içindeki %	%0	%10	%55	%35	%0	100%
		Toplamda %	%0	%1,42	%7,85	%5	%0	%14,28
	Kontrol	n	6	3	11	0	0	20
		Grup içindeki %	%30	%15	%55	%0	%0	100%
		Toplam %	%4,28	%2,14	%7,85	%0	%0	%14,28
Adper Schotchbond Multi-Purpose	Lazer	n	0	4	12	4	0	20
		Grup içindeki %	%0	%20	%60	%20	%0	100%
		Toplamda %	%0	%2.85	%8,57	%2,85	%0	%14,28
	Kontrol	n	5	5	9	1	0	20
		Grup içindeki %	%25	%25	%45	%5	%0	100%
		Toplamda %	%3,57	%3,57	%6,42	%0,71	%0	%14,28
	Lazer+Lazer Etch	n	0	3	8	6	3	20
		Grup içindeki %	%0	%15	%40	%30	%15	%100
		Toplamda %	%0	%2,14	%5,71	%4,28	%2,14	%14,28

Tablo 9: Tüm grupların grup içi ve toplamdaki yüzdelerinin skorlara göre dağılımı

(Lazer grupları için chi-square=6,253 ve p=0,395) (Kontrol grupları için chi-square=3,876 ve p=0,693)

Kullanılan bonding ajanlar kendi aralarında değerlendirildiklerinde 140 adet örnek ve tüm gruplar alınmış ve bonding ajanların birbirlerine göre farklılıkları tablo 9'da değerlendirilmiştir. Bu aşamada kullanılan tekniğe bakılmaksızın değerlendirme yapılmıştır.

Kontrol grupları açısından bakıldığı zaman Adper Prompt L-Pop ile Adper Schotchbond skorların dağılımları ve yüzdeler açısından farklılık göstermektedir. Bununla beraber iki grup arasında skorlarda dağılım farkı Adper Prompt L-Pop lehinedir ancak iki grup arasında istatistik olarak anlamlılık bulunmamaktadır. Yüzde oranları ve skorlarda dağılım sıklığı bu farkı göstermektedir ($p=0,693$ ve $p>0,05$) (Tablo 9). Lazer grupları açısından bakıldığı zaman Adper Prompt L-Pop ile adper Schotchbond grupları arasında istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmemekle beraber farkın skorların dağılımında Prompt L-Pop Lehine olduğu gözlemlendi ($p=0,693$ ve $p>0,05$) (Tablo 9)

Adper Prompt L-Pop ve Clearfil SE Bond beraber değerlendirildiğinde; aralarında yüzde oranları ve skorların dağılım sıklıkları yakınlık göstermektedir. İki bonding ajan arasında lazer ve kontrol gruplarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (Kontrol gruplarında $p=0,693$ ve $p>0,05$, Lazer gruplarında $p=0,395$ ve $p>0,05$). İki bonding ajanı arasında skorların dağılımında farklılık kontrol grubunda Skor 0 da daha fazla belirgin Clearfil SE Bond lehine görülse bile, kontrol gruplarında istatistiksel olarak tüm skorlar değerlendirildiğinde aralarında anlamlı farkın olmadığı görülmektedir (Kontrol gruplarında $p=0,693$ ve $p>0,05$).

Lazer ve kontrol grupları açısından değerlendirildiği zaman Clearfil SE Bond ile Adper Schotchbond değerlendirildiği zaman skorlardaki dağılım farkı Clearfil SE Bond lehinedir. Clearfil SE Bond skorlar açısından değerlendirildiği zaman skorların dağılımı ve yüzdeleri ile Adper Schoctbond Multi-Purpose'a göre daha az mikrosızıntı göstermektedir. Ancak iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (Kontrol gruplarında $p=0,693$ ve $p>0,05$, Lazer gruplarında $p=0,395$ ve $p>0,05$).

Bonding grupları karşılaştırıldığı zaman skor açısından en büyük farklılığı Clearfil SE Bond'un kontrol grubu ile Er:YAG ile prepare edilerek Er:YAG lazer ile etching işlemi yapılmış olan Adper Schotchbond Multi-Purpose grubu göstermektedir. Clearfil SE Bondun skor dağılımı mikrosızıntı açısından bakıldığı

zaman Adper Schotchbond Multi-Purpose'ye göre daha düşük skor göstermektedir (Tablo9).

Self-Etch adeziv sistemleri skorların dağlılımları ve yüzde oranlarına bakıldığında total-etch adheziv sistemine göre daha az mikro sızıntı göstermiştir.

5. TARTIŞMA

Klinik olarak başarılı bir restoratif tedavi için gerekli şartlardan en önemlisi mikro sızıntının önüne geçilmesidir. Bu nedenle araştırıcılar kompozit resin restorasyonların ömürlerini uzatmak ve mikro sızıntının önüne geçmek için birçok çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalarda yeni geliştirilen bonding ajanlar test edilirken, günümüzde geleneksel tekniklerden farklı olarak kullanılan modern tekniklerin de mikro sızıntıyı ne kadar engellediğini değerlendirmek için birçok deney yapılmış ve yapılmaya da devam edilmektedir.

Diş ve restorasyon arasında geçirgenliği tespit etmek için bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmalarda restorasyon kenarlarının durgun ve geçirgen olmayan bölgeler olmadığı, aksine yoğun bir iyon ve molekül trafiği içeren dinamik mikro çatlaklar ihtiva eden bölgeler olduğu belirtilmiştir (34,36,81). Klinikte kompozit ve diş arasındaki mikro sızıntının azaltılması başarıda en büyük faktörlerden biridir (82).

Hibst ve Keller'in 1989 yılında yaptıkları çalışma ile Er:YAG lazerlerin mine ve dentini uzaklaştırmada geleneksel yöntemlere alternatif olduğunu, pulpa ve çevre dokulara minimal termal hasara neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu tarihten itibaren Er:YAG lazerler üzerinde dişhekimliği açısından ilgi artarak devam etmiştir (14).

Pedodontik açıdan lazer uygulaması değerlendirildiğinde çocuk hastaların konforu, ses ve vibrasyonun olmaması ve çalışma rahatlığı sağlaması gibi avantajları söz konusudur. Ancak yapılan restorasyonda lazerlerin geleneksel yöntemlere göre etkinliği en önemli sorunlardan bir tanesidir.

Er:YAG lazerlerin çürük uzaklaştırılmasında ve kavite preparasyonlarındaki etkinlikleri bir çok çalışmada ve araştırmada bildirilmiştir. Geleneksel yöntemlerle eşit hatta daha iyi performans sergilediği görülmüştür (83). Bununla beraber günümüzde yapılan çalışmaların çoğu Er:YAG lazer uygulanan yüzeylerde meydana gelen ultrastrüktürel yapı ve lazerle hazırlanan kavitelerin uzun dönemde etkinlikleri üzerinedir (84).

Daimi dişlerde çok daha fazla mikro morfolojik değerlendirme yapılmasına rağmen süt dişlerinde Er:YAG lazer uygulaması ve sonrasında oluşan yüzeyin mikro morfolojik yapısı ve bu yapının adezyona etkisi hakkında literatürlerde çok fazla

bilgi bulunmamaktadır (85). Er:YAG lazer kullanarak süt ve sürekli dişler üzerinde yaptılan çalışmalarda işlem sonrası mine ve dentin yapısına bakılmış ve benzer özellikler gösterdiği belirtilmiştir (69, 85).

Corona ve arkadaşlarının 2003 yılında yaptıkları çalışmalarda lazerler ve geleneksel yöntemle açılan kaviteler karşılaştırılmış ve lazerle açılan kavitelerde mikro sızıntı değerinin geleneksel yöntemle açılan kavitelere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (84).

Biz çalışmamızda iki Self- etch adeziv sistemi (Adper Promopt-L-Pop ve Clearfi SE Bond) ile bir Total-Etch adeziv sitemini (Adper Schotchbond Multi-Purpose) geleneksel metodla ve Er:YAG lazer kullanarak süt dişlerinde açılan kavitelerde mikro sızıntı açısından değerlendirdik.

Çalışmamızda süt dişlerinin geleneksel yöntemle açılan kaviteler ile Er:YAG lazer kavitelerinde, kavite açma yöntemine göre gingival kenardan bakılan mikro sızıntı değerleri arasında anlamlı fark olduğu bulundu ($p<0,05$). Bonding türüne bakılmaksızın geleneksel yöntemle açılan kavitelerin, Er:YAG lazer ile açılan kavitelere göre mikrosızıntıya daha dayanıklı olduğu gözlemlendi ($p<0,05$) (Tablo 8).

Özellikle servikal lezyonların mineyi, dentini ve sementi içermesi, oral likitlere daha fazla maruz kalması ve diş etine komşu yüzeyde çalışıldığı için bu bölgede gingival kenarda mikro sızıntı değerleri daha fazla olmaktadır. Ramos ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada mikro sızıntının daha çok gingival kenarda olduğu belirtilmektedir (71).

Delme ve arkadaşlarının 2005 yılında yaptıkları çalışmada, hem geleneksel yöntem kullanılarak hem de Er:YAG lazerler kullanılarak açılan kavitelerde yaptıkları kompozit resin restorasyonlarda gingival kenarda meydana gelen mikro sızıntının okluzal kenarda meydana gelen mikrosızıntıya göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (86).

Hibst ve Keller'in yaptıkları çalışmalarda Er:YAG lazerin asit etching işleminden sonra oluşan yüzeye benzer yüzey oluşturduğunu bildirmişlerdir (14,63,79).

Ramos ve Corona yaptıkları farklı çalışmalarda Er:YAG ile oluşturulan yüzeylerin yüksek hızlı geleneksel yöntemler ile karşılaştırıldığı zaman daha sert bir

yüzey oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle Er:YAG lazerlerle oluşturulan marjinal kenarlarda mikro boşluklar oluşmakta ve mikro sızıntı artmaktadır (71,84)

Er:YAG lazerler mikro patlamalar yaparak termomekanik ablazyon yaparlar. Lazer su ve diğer organik komponentleri buharlaştırır. Bu süreç boyunca dokuda iç basınç artarak inorganik yapının patlamasına yol açar (16,82). İntertübüller dentin peritübüller dentine göre daha fazla su içerdiğinden dolayı daha fazla ablase olurlar. Bu da tübüllerin manşet şeklinde açılmasına neden olur. Bu düzensizlik artışı adeziv yüzeyi arttırarak adezyona katkıda bulunur (16).

Aoki ve arkadaşları, Keller ve Hibst, Visuri ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda lazer uygulanan yüzeylerin pul pul ve düzensiz bir yapı gösterdiğini bildirmişlerdir (13,14,63). Hossain ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer uygulaması ile açılan kavitelerde oluşan yüzeylerde meydana gelen düzensizliklerin herhangi bir asit uygulaması olmaksızın kompozit resin restorasyonlar için yeterli bir mikro mekanik adezyon sağlayabileceğini bildirilmiştir (80). Bertrand ve arkadaşları Er:YAG lazer ile açılan tübüllerin resin infitrasyonuna izin vererek resin taglarının formasyonunu arttırdığını belirtmişlerdir (15).

Süt dişi mine ve dentini sürekli dişlere göre daha az mineralize olup, organik yapısı daha fazladır (22,85). Lizarelli ve arkadaşları Er:YAG lazer uygulamasından sonra mine ve dentinde meydana gelen değişiklikleri, mikro morfolojik olarak süt ve sürekli dişlerde incelemişlerdir. Lazer ışını verilen süt ve sürekli dişler arasındaki farklılığın; süt dişlerinde lazer uygulamasından sonra düz bir yüzey oluşurken, sürekli dişlerde mineralizasyon farkından dolayı daha pürüzlü bir yüzey oluşmasından kaynaklandığını bildirilmişlerdir. Er:YAG lazer uygulamasından sonra yüzeyde oluşan bu farklılığın süt ve sürekli dişlerin kompozisyonlarındaki farktan meydana geldiği belirtilmiştir (85).

Süt dişlerinin baskın olan organik karakteristiği nedeni ile Er:YAG lazer uygulaması sonrasında, uniform şekilde materyalin kaldırılabildiği gözlemlenmiştir (85). Süt dişlerinin minesi prizmasız tabaka göstermektedir (7,85). Bu prizmasız tabaka aslında prizmaların farklı yönlerde dağılım gösterdiği, devamlılığının olmadığı ve çok ince olduğu bir tabakadır. Süt dişlerinde bu tabakanın altında, çok daha farklı prizmalı tabaka yer almaktadır. Bu nedenle süt dişi minesine uygulanan lazerde, su yoğunluğunun fazla olması ve prizmaların yapısı nedeniyle oldukça düz

bir yapı gözlemlenmiştir (85). Dentin yapısı, organik açıdan daha zengin olduğundan lazer ışınını daha fazla absorbe eder ve hem süt hem de sürekli dişlerde daha düzensiz bir yapı oluşturur (85).

Yapılan çalışmalarda lazer uygulanmış dentine adezyonun, adeziv rezinin lazer uygulanmış düzensiz alana infitrasyonu ile beraber rezin taglarının formasyonu sonucunda mekanik olarak sağlandığı rapor edilmiştir (13,87). Aranha ve arkadaşlarının yaptıkları farklı çalışmalarda Er:YAG lazer uygulanmış minede, uygulanan lazerin oluşturduğu rezin taglarının sayısı ve düzensizliğinin geleneksel yöntemlerle açılan kavitelere oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (16,82).

Ramos, Palma Dibb ve arkadaşları Er:YAG lazer kullanılarak açılan kavitelerde ve yapılan yüzey pürüzlendirmelerinde, adeziv restorasyonların marjinal kapanma etkinliğini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir (71). Yapılan çalışmalarda Er:YAG ile kavite preparasyonlarında rezin-modifiye cam iyonomer restorasyonlarda marjinal kapanmanın olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir (71,82).

Yapılan bu çalışmalara benzer şekilde bizim çalışmamızda da, tüm gruplarda Er:YAG lazer uygulanmış örneklerde mikro sızıntı değerinin geleneksel yöntem uygulanmış örneklerden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu mikro sızıntı fazlalığına neden olarak Er:YAG lazerin yüzeyde oluşturduğu yapının farklılığı gösterilebilir.

Palma Dibb ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalar göstermiştir ki kavite preparasyonlarında Er:YAG lazer kullanıldığı zaman bonding ajanın penetrasyon derinliği azalmaktadır (89).

Bahillo ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer ve geleneksel yöntemle hazırlanan kavitelerde uygulanan kompozit restorasyonların mikro sızıntılarına bakılmış ve lazerle hazırlanan kavitelerde yüksek oranda boya infitrasyonu gözlemlenmiştir (90).

İntertübüller dentin Er:YAG lazer uygulaması sırasında daha fazla su içerdiğinden dolayı daha fazla ortadan kalkar. Ancak Er:YAG lazerler peritübüller dentin üzerinde daha az etkilidir. Süt dişlerinde ise peritübüller yapının kalınlığı fazladır (91,92,93). Bu nedenle tübül ağızlarını genişletemezler ve uygulandıkları yüzeylerde mikro krater benzeri yapı oluştururlar (15,91,94). Bertrant ve

arkadaşlarının 2006 yılında yaptıkları SEM çalışmasında resin taglarının dentinal tübüllerin açıldıkları yerlerde kırılmaya uğradığı bildirilmiştir. Bununla beraber lazer uygulanmış yüzeyde yaptıkları çalışmada, demineralizasyon nedeni ile ne tübül ağızlarında ne de dentin yüzeyinde hibridizasyonun oluşmasına izin verilmediği belirtilmiştir (15).

Bertrant, Burlat ve Lupi-Pegurier yaptıkları ayrı çalışmalarda Er:YAG lazer ile açılan kavitelerde tübül ağızlarının genişlemediğini, resin taglarının normale göre kısa oluştuğunu ve huni şeklinde açılan tübül ağızlarında düzenli bir yapı gösterdiklerini belirtmişlerdir (15,91,94).

Ceballos ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, Er:YAG uygulanmış dentinde 3-4 μm yüzey değişikliğinin meydana gelmesi ile alttaki kollajen fibrillerin çapraz şerit yapılarını kaybettikleri ve interfibriller boşluğu elemine edecek şekilde birbirleri ile bağlandıkları böylece hibridizasyonu engelledikleri bildirilmiştir (87).

Klinik olarak total etch sistemlerine alternatif olarak geliştirilen self etch adezivler kendiliğinden asitle pürüzlendirme özelliklerine sahip olduklarından, yaygın olarak pedodonti kliniklerinde kullanılmaktadır.

Self etch sistemler smear tabakasını kaldırmaz, yalnızca çözerler. Alttaki dentinde kısmi demineralizasyon yaparlar. Bu adeziv sistemler uygulama sonrasında yıkama yapılmadığından dolayı bağlanma mekanizmasında görev alıp smear tabakası ile birleşmiş bir hibrit tabakası oluştururlar (2,4,18).

Self-etch sistemler minede yetersiz kalabilmektedir. Minenin inorganik içeriği dentine göre daha fazladır ve bu durum minenin asidik resine karşı tamponlama kapasitesini arttırmaktadır (92,93). Bu durumda, self-etch sistemlerin minede fosforik asit uygulamasına benzer bir pürüzlendirme sağladıkları, ancak total-etch sistemlere göre daha az etkili oldukları bildirilmektedir (93).

Ancak yapılan son çalışmalarda total etch işlemi ile karşılaştırıldığı zaman, self etch işleminin total etching işlemi kadar iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (2,4,18,31,40,71,87,92). Bonding ajanlara göre teknikler değerlendirildiği zaman öncelikle bir All in One self-etch adeziv ajan olan Adper Promopt L-Pop uygulanan örneklerde yaptığımız mikrosızıntı skorlarının incelemesinde lazer ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p=0,553$ $p>0,05$). Örneklerin yüzdelik dağılımlarının aynı skorlarda yoğunlaştığı görülmüştür (Tablo 5). Adper

Promopt L-Pop resin-dentin ara yüzünde hidrolitik azalma meydana getiren, yarı geçirgen bir membran olarak görev yapar (18,22). All-in-one adezivlerin genel özellikleri olarak mineyi yeterince demineralize edebilirler ve dentine penetre olabilirler, resin monomerlerinin hidrofilik özellikleri oldukça yüksektir ve genellikle organofosfatlara ve karboksilatlara bağlanımları çok yüksektir (18,22,37,72).

Yapılan çalışmalara paralel olarak lazer uygulanan kavitelerde organik kısım ablasyona uğradıktan sonra kalan inorganik yapıya bağlanmanın iyi olması nedeni ile Prompt L-Pop'un mikro sızıntı değerlerinin lazer ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamsız olduğu düşünülebilir (22,37,72,95).

Attar ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada farklı enerji düzeylerin kullanarak Er:YAG lazer ve geleneksel yöntemlerle açılan kaviteleri karşılaştırmışlardır. Güç ve enerjide meydana gelen değişikliklerde; 15 Hz, 200 MJ Prompt L-Pop uygulanan grubun 10 Hz 300 MJ uygulanan gruba göre daha az mikro sızıntı gösterdiğini belirtmişlerdir (96).

Kıvanç ve Karadağ yapmış oldukları çalışmada Er:YAG lazer ve geleneksel yöntemle açılan kavitelerde yapmış oldukları mikrosızıntı çalışmasında Prompt L-Pop ve SwissTech SLBond kullanılan gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark olmadığını gözlemlemişlerdir (98).

Yaptığımız çalışmada uygulanan self-etch adeziv ajanlardan birisi olan 6. jenerasyon self-etch primer sistemi Clearfil SE Bond açısından lazer ile açılan kaviteler ile geleneksel yöntemle açılan kaviteler değerlendirildiğinde mikro sızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir ($p<0,05$) (Tablo 6).

Su temelli bir adeziv olan Clearfil SE Bond içeriginde 10-MPD içermektedir. 10-MPD smear tabakasında minimal çözünmeye neden olur ve dentin tübüllerini sınırlı olarak açar. Lazer ile hazırlanmış kavitelere 10-MPD içeren adeziv sistem uygulandığı zaman demineralize dentine geçmesi, polimerizasyonu ve monomerlerin genişlemesi sonucunda ince bir hibrit tabaksı oluştrur (16,82).

Aranha ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer ve geleneksel yöntemle hazırlanmış olan kavitelere iki self etch ajan olan AdheSE ve Clearfil SE bond uygulamış ve mikrosızıntı değerlerine bakmışlardır.Yaptıkları bu çalışmada AdheSE uygulanan örneklerde Clearfil SE Bonda göre daha fazla mikro sızıntı gözlemlemişlerdir. Aranha ve arkadaşları bunu daha sert asidik özelliği olan Adhe

SE nin kollajenleri destabilize ettiği ve böylelikle mikro sızıntıyı arttırdığı şeklinde açıklamışlardır (82).

Ramos self-etching adeziv sistemleri için Er:YAG lazer uygulanan yüzeylerde geleneksel yöntemle hazırlanan kavitelere göre daha fazla mikro sızıntının olduğunu bildirmişlerdir (71).

Aranha ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada Er:YAG, Er:YSGG ve geleneksel yöntemle açılmış olan kavitelerde uygulanan bonding ajanlarının inter-fasial mikro morfolojilerine bakılmıştır. Yaptıkları bu çalışmada, geleneksel yöntemle açılan kavitelerde self-etch uygulamasından sonra yapılan SEM analizlerinde, çalışılan tüm kavitelerde uzun resin tagları ile bu resin taglarının uzantılarını gözlemlemişlerdir (82). Ancak hava-su spreyi ile kullanılan Er:YAG lazerin dentin dokusunun derinlerine kadar penetre olarak dentinal kollajen fiberleri denatüre ettiği ve intertübüller alandaki dentinal kollajenleri modifiye ettiğini belirtmişlerdir (16).

Nakabayashi. kollajen yapı değiştirildiğinde veya kollajen yapıda çökelme meydana geldiğinde primer ve monomerlerin penetrasyonunun tam olmadığını bildirmiştir (43,44).

Sassi ve arkadaşlarının 2004'te ve yaptıkları çalışmalarda lazer ışınlamasının rezin/dentin ara yüzey bağlanmasını olumsuz yönde etkilediği ve hibrit tabaka oluşumuna engel olduğu bildirilmiştir (88).

Bizim çalışmamızda Clearfil SE Bond'un geleneksel ve Er:YAG kaviteleri için değerlendirildiğinde mikro sızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı farkın olmasının nedenini; Er:YAG lazer ile oluşturulan kavitelerde dentinal kollajenlerde meydana gelen denatürasyonu ve bununla beraber primerin tam olarak dentine nüfuz etmemesi sonucunda hibrit tabaka oluşumunda meydana gelen yetersizliğin olduğunu düşünmekteyiz.

Yaptığımız çalışmada Total Etch sistemi uygulanan 3 grup değerlendirildi. Adper Schotchbond Multi Purpose uygulanan gruplarda geleneksel yöntemle açılan kavitelerde uygulanan restorasyonlarda, Er:YAG ve Er:YAG+Er:YAG etching uygulanan gruplara göre daha az mikro sızıntı gösterdiği tespit edildi. Lazer ile Kontrol grup arsında ve Lazer grubu ile Er:YAG+ Lazer ile etching yapılmış grup arasında skorların dağılımı açısından yakınlık olduğu gözlemlendi. Ancak,

istatistiksel açıdan değerlendirildiği zaman gruplar arasında anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (p=0,008 p<0,05). Sassi ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer uygulaması ile yapılan pürüzlendirme ve asit ile yapılan pürüzlendirme işlemini karşılaştırmışlar ve asit ile yapılan pürüzlendirmede ince ve homojen hibrit tabakası oluşumu ile beraber konik tarzda tek tip tagların oluştuğu bildirilmiştir. Lazer ile yapılan pürüzlendirmede düzensiz ve ince hibrit tabakası ile ince ve şekilsiz tagların oluştuğunu bildirmişlerdir (88) .

Fosforik asit uygulaması smear tabakasını uzaklaştırarak intertübüller ve peritübüller alanda 3-4 μm derinliğinde demineralizasyon yapar, tübül ağızlarını genişletir ve kollajen fiberleri açığa çıkartır (29,32,43,50,72,). Asit ile yüzey hazırlanmasından farklı olarak Er:YAG lazer ile yapılan yüzey uygulamalarında smear tabakası tamamen ortadan kalkar. Ancak Er:YAG lazerler ile yapılan yüzey pürüzlendirme işleminde dentinal tübüllerin açıldığı ve mikroretantif bir yapının oluştuğu bildirilmiştir. Bu yapının restoratif materyalin retansyonu için önemli olduğu düşünülmüştür (88).

Ceballos ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Er:YAG lazerlerin tübül ağızlarını genişletmediğini ve konik olmayan tarzda tagların meydana geldiğini bildirerek Er:YAG lazerlerin asite benzer yapı meydana getirmediğini bildirmişlerdir (87).

Yapılan çalışmalarda lazer ile ışınlanmış dentinde dentin permabilitesinin değiştiği ve asitlere karşı resistansın arttığı da gözlemlenmiştir.(87,88)

Er:YAG ile kavite açılmasından hemen sonra yapılan asit ile pürüzlendirme işleminde de kollajen fiberlerin yeterince açığa çıkması sağlanamaz, intertübüller dentin de hibridizasyon oluşmaz ve resin taglarının kalitesi düşer.(87,88,94)

Oliveira ve arkadaşları 2008 yılında yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer ile açılan kavitelere Er:YAG lazer ile yüzey prüzlendirmesi yapmışlar ve Er:YAG lazer ile açılan kavitelerde ek olarak Er:YAG lazer ile yapılan yüzey prüzlendirmesinin self-etch adeziv sistem ile yapılan kompozit resin restorasyonlarda marjinal kapanmayı yeterince arttırtmadığını bildirmişlerdir (99).

Yapılan çalışmalarda Er:YAG lazer ile hazırlanan kavitelere uygulanan total etch adezivleri yüksek oranlarda mikro sızıntı değerleri göstermiştir (15,85,91,94).

Chinelatti ve arkadaşlarının 2006'da yaptıkları çalışmada Er:YAG kavite preparasyonları ve yüzey pürüzlendirme işlemleri ve bunu takiben yapılan restorasyonlarda zayıf marjinal kapanma ve yüksek mikro sızıntı değerleri gösterdikleri bildirilmiştir (100).

Arttrill ve arkadaşlarının 2000 yılında yaptıkları çalışmalarda değişik lazer parametrelerinde Er:YAG lazerin etkinliğini değerlendirmişler ve asit etching ve lazer ile yüzey pürüzlendirmeyi karşılaştırmışlar ve asit ile yapılan prüzlendirme işleminin daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (97). Aynı çalışmada 25 J/cm² değerinden yüksek değerlerde krater formasyonunun daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Geleneksel asit etching yöntemini en iyi yöntem olarak göstermişlerdir (97).

Bizim yaptığımız çalışmada Er:YAG lazer ile Er:YAG lazer+Er:YAG etch grupları arasında mikrosızıntı açısından sadece Er:YAG uygulanan dişlerde mikro sızıntı değerinin Er:YAG+Er:YAG etch grubuna göre daha düşük olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Değerlendirme yaptığımız zaman geleneksel yöntemle total etch uygulaması yapılan gruptaki mikro sızıntı değerinin her iki Er:YAG lazer grubuna göre daha az olduğunu gözlemlendi (Tablo7, Tablo9).

Delme ve arkadaşları 2005 yılında yaptıkları çalışmada geleneksel yöntemle açılan kaviteler ile Er:YAG lazer ile açılan kaviteleri, ve Lazer ile etching yapılan kaviteleri karşılaştırmış ve bonding ajan olarak Optibond FL ve Adper Schotchbond Multipurpose kullanmışlardır. Bu çalışmalarında lazer uygulanan kavitelerde (kavite açımı veya lazer etch), asit etch uygulanan kavitelere göre daha az granüler tarzda yapı oluştuğunu bildirmişlerdir (86).

Aynı çalışmada asit etching uygulanmamış Er:YAG lazer kavitelerde ve Er:YAG lazer etch uygulanan kavitelere göre oklüzal ve gingival duvarlarda meydana gelen mikro sızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak farklılığın olmadığı bildirilmiştir (86). De Munck ve arkadaşlarının 2002'de yaptıkları çalışmada üç basamaklı total etch adeziv sistemi uyguladıkları dişlerde geleneksel yöntemle hazırlanan kavitelerdeki mikro-gerilme bağlanma dayanıklılık değerinin Er:YAG lazerle hazırlanan kavitelerden çok daha iyi olduğu bildirilmiştir. (101).

Mikro sızıntı adeziv sistemlerin yapısına bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Adper Schotchbond Multi-Purpose su temelli bir sistemdir. Nem varlığı, resinin penetrasyonunu ve polimerizasyonu engeller.

Bu çalışmada kullanılan bonding ajanlar kendi içlerinde değerlendirildiği zaman, mikro sızıntı açısından self etch adeziv sistem uygulanan örneklerin total etch sistemlere göre mikro sızıntı açısından daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Ancak istatistiksel olarak değerlendirildiği zaman gruplar arasında farklılığın olmadığı gözlemlenmiştir (Lazer grupları için chi-square=6,253 ve p=0,395, kontrol grupları için chi-square=3,876 ve p=0,693 p>0,05). Self-Etch teknikleri lazer kavitelerinde total etch tekniklerine göre daha az mikro sızıntı değerleri gösterirken, geleneksel yöntemler ile açılan kavitelerde yapılan karşılaştırmalarda self etch adeziv sistemleri ile total etch adeziv sistemleri arasında mikro sızıntı değerleri açısından birbirlerine yakınlık gözlemlenmiştir. Ancak geleneksel yöntemlerde de mikro sızıntı değeri en az olan ajanlar olarak self-etch adezivler gözlemlenmiştir.

İki self etch adeziv olan Adper Prompt L-Pop ve Clearfil SE Bond karşılaştırıldığı zaman aralarında lazer ve kontrol grupları kendi aralarında ayrı ayrı değerlendirildiğinde analmlı farklılığın olmadığı gözlemlendi (Tablo 9). Sadece aralarında skorların dağılımları açısından farklılıklar görüldü ki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamsızdır (Lazer grupları için chi-square=6,253 ve p=0,395, Kontrol grupları için chi-square=3,876 ve p=0,693). İki self etch adeziv arasında hem geleneksel hem de Er:YAG lazer yöntemi uygulanan örneklerde skorların dağılımlarında meydana gelen farklılıkların asiditelerinin ve içeriklerinin farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Clearfil SE Bond pH değeri olarak primeri üretici firmanın bilgilerine göre 2 iken Adper Prompt L-Pop'un pH değeri 1 dir. Daha agresif yapıya sahip olan Prompt L-Pop oluşan smear tabakasını daha iyi çözebilmekte veya değiştirebilmekte ve daha kalın hibrit tabakası oluşturabilmektedir.

Daha yüksek pH a sahip olan Clearfil SE Bond ise, smear tabakasını Promopt L-Pop'a göre daha az değiştirebilmekte ve Promopt L-Pop'a göre daha ince hibrit tabakası oluşturabilmektedir (37).

Yaptığımız çalışmada en başarılı grup olarak Kontrol grubunda Clearfil SE Bond grubu ve lazer gruplarında ise Adper Prompt L-Pop grubu olduğunu görmekteyiz.

Clearfil SE Bond 10-MDP içerir. Bir etching monomeri olarak kullanılan 10-MDP hidrolize dayanıklıdır, ayrıca Ca ile iyonik bağ yapar (37,95). Prompt L-Pop ise Di-HEMA-Fosfat içeririler. Bu yapı Prompt L-Pop'a oldukça asidik bir özellik kazandırarak dentinde ve minede daha iyi bir çözünme sağlamaktadır (37,95). Araştırıcılar Prompt L-Pop'un demineralizasyon aktivitesinin su içerisinde 1 ay bekletildikten sonra bile devam ettiğini bildirmişleridir (37).

Asidik özelliğinin fazla olması lazer gruplarında prompt L-Pop'un mikro sızıntıya daha fazla dayanım göstermesini sağladığını düşünmekteyiz.

Brulat ve arkadaşları 2007 de yaptıkları çalışmada self etch adezivleri Er:YAG ile prepare edilmiş kavitelere uygulamış ve yapışma dayanıklılığını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmalarda İBond'un Clearfil SE Bonda göre daha dayanıklı olması sebebini materyallerin asidik özelliklerinin farklılığına bağlamışlardır (91).

Yaptığımız çalışmada tüm gruplar içerisinde gingival basamakta mikro sızıntılar gözlemlenmiştir. En az mikro sızıntı değerini geleneksel yöntemle açılan kavitelerde uygulanan self-etch adezivler göstermiştir. En yüksek mikro sızıntı değerini ise Er:YAG +Er:YAG etching işlemi yapılan total-etch adeziv sistemi uygulanan grup göstermiştir.

Bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiği zaman Er:YAG lazer geleneksel kavite yöntemlerine alternatif olarak kullanılabilir sonucu ortaya çıkmaktadır. Er:YAG lazerler süt dişlerinde kullanımının rahat olması, ses, vibrasyon ve işlem esnasında ağrıyı azaltması gibi birçok avantajlara sahiptir. Er:YAG lazer ile açılan kavitelerde mikro sızıntı değerlerinin geleneksel yöntemlerle açılan kavitelere göre yüksek olması klinik anlamda yapılan restorasyonun ömrünü azaltacağı ve sonrasında mikro sızıntıya bağlı komplikasyonların meydana geleceğini göstermektedir.

Süt dişlerinde bonding işlemlerinde self etching sistemlerin kullanılması yoğun klinik hassasiyet isteyen bir işlemdir. Ancak yaptığımız çalışmada görüldüğü üzere self-etch adezivler süt dişlerinde hem Er:YAG lazer ile açılan kavitelerde hem

de geleneksel yöntemle açılan kavitelerde total- etch adeziv sistemlerden üstünlük göstermektedir. Bu oluşan hibrit tabakasının süt dişlerinde self-etch adeziv sistemlerde çok daha etkili olduğunu göstermiştir.

Mikro sızıntının engellenmesi için bir çok yeni teknik ve bonding ajan bilim insanları tarafından araştırılmaktadır. Er:YAG lazerler ve bonding ajanlar üzerinde bir çok çalışma yapılmaya devam etmektedir. Resin/dentin ara yüzünde hibrit tabakanın oluşumunu engellemesi dezavantajı olan bu sistem, geleneksel yöntemlere alternatif olabilir.

6. SONUÇLAR

Yaptığımız çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde değerlendirilebilir:

1. Süt dişlerinde kavite açma metodu olarak Er:YAG lazer geleneksel yöntemlere alternatif olabilir. Ancak geleneksel yöntemler kadar mikro sızıntıya dayanımları yoktur. Yapılan çalışma göstermiştir ki geleneksel yöntemle açılan kavitelerde uygulanan bonding ajan ne olursa olsun Er:YAG lazer sistemine göre daha fazla mikro sızıntı dayanımı göstermiştir.
2. Süt dişlerinde uygulanan kavite açma yöntemi göz ardı edilerek değerlendirildiğinde skorların dağılımlarına bakılarak bonding ajanlar arasında Self- Etch adeziv sistemler Total-Etch adeziv sistemlerden daha fazla mikro sızıntı dayanıklılığı göstermiştir.
3. Uygulanan iki self etch adeziv sistem arasında anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır. Adper Prompt L-Pop uygulanan örnekler değerlendirildiği zaman, hem geleneksel yöntemle hem de Er:YAG lazer ile açılan kavitelerde mikro sızıntı açısından farklılığın olmadığı, ancak Clearfil SE Bond uygulanan örneklerde geleneksel yöntemle ve Er:YAG lazer uygulanan gruplar arasında anlamlı farkın olduğu, bu farkın Prompt L-Popun asiditesinin daha fazla olmasından kaynaklandığı görülmüştür.
4. Mikro sızıntı açısından lazer ile yapılan yüzey pürüzlendirme işlemi total-etch uygulamalarında asit ile yapılan prüzlendirme işlemine göre önemli farklılıklar göstermiş ve Er:YAG ile yapılan pürüzlendirme işlemi sonrası mikro sızıntının daha fazla olduğu görülmüştür.
5. Tüm adeziv sistemler karşılaştırıldığı zaman lazer gruplarında Prompt L Pop, geleneksel yöntemle kavie preparasyonu yapılan gruplarda ise Clearfil SE Bond, diğer bonding ajanlara göre daha iyi mikro sızıntı değeri göstermiştir.

6. KAYNAKÇA

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces J Dent Res 1955; 34:849-853
2. Hübbezoğlu İ, Yeni Nesil Self-Etching Adeziv Sistemlerin Mikrogerilim Bağlanma Dayanımları Ve Nanosızıntı Bakımından Etkinliğinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, Cunhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,2004.
3. Shreiner RF, Chappell RP, Glaros AG,Eick JD, Mikrotensile testing of dental adhesives; Dent. Mater. 1998;14:194-201
4. Summit JB, Robins JW, Hilton TJ, Schwartz RS; Fundamentals Of Operative Dentistry; 3th edition, China, Quintessence Publishing ,2006;183-26
5. Dayangaç B. Kompozit Resin Restorasyonlar;Güneş Kitapevi. Ankara.2000;13:44-50
6. Pashley DH, Sano H., Ciucchi B.,Yoshiyama M, Carvalho RM, Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. Dent Mater 1995;11:117-125
7. Altun C, Restoratif Dişhekimliğinde Mikrosızıntı; Gülhane Tıp Dergisi 2004; 46 (3) : 264 - 269
8. Atakul, F., Çelebi, T.,B., Gülseren,S.: Süt dişlerindeki amalgam ve kompozit dolguların mikrosızıntısının invitro olarak değerlendirilmesi D.Ü. Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. 1992;3:137-140.
9. Maiman TH,Stimulated optical radiation in ruby. Nature,1960;187:493–494
10. Goldman L, Gray JA, Goldman J, Goldman B, Meyer R. Effects of laser impacts on teeth., JAm Dent Assoc 1965;70:601–6.
11. Van As G, Erbium lasers in dentistry, Dent Clin N Am, 2004, 48:1017–1059
12. Krause F., Braun A., Lotz G., Kneist S., Jepsen S,Ebhart J., Evaluation of selective caries removal in deciduous teeth by a fluorescence feedback-controlled Er:YAG laser in vivo; Clin Oral Invest. 2008; 12:209–215
13. 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; 77:1404–1414
14. Hibst R., Keller U.;Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances. I. Measurements on the ablation rate. Lasers Surg Med.; 1989; 9:338–344
15. Bertrand M.F., Semez G., Leforestier E., Muller-Bolla M., Nammour S., Rocca JP., Er:YAG Laser Cavity Preparation and Composite Resin Bonding With a Single-

Component Adhesive System: Relationship Between Shear Bond Strength and Microleakage; Lasers in Surgery and Medicine, 2006;38:615–623

16. Aranha ACC., Eduardo CP., Gutknecht N.,Marquez MM., Ramalho KM., Apel C., Analysis of the Interfacial Micromorphology of Adhesive Systems in Cavities Prepared With Er,Cr:YSGG, Er:YAG Laser and Bur; Mıcroscopy Research And Technıque, 2007; 70:745–751
17. Hossain M, Yamada Y, Nakamura Y, Murakami Y, Tamaki Y, Matsumoto K. A study on surface roughness and microleakage test in cavities prepared by Er:YAG laser irradiation and etched bur cavities. Lasers Med Sci, 2003;18: 25–31
18. Roberson TM., Heyman HO., Swift EJ., Art And Science Of Operative Dentistry, 5th edition, USA, Mosby Elsevier, 2006, 245-279
19. Akinmade AO, Nicholson JW: Glass-ionomer cements as adhesives: Part 1. Fundamental aspects and their clinical relevance, J Mater Sci Mater Med; 1993; 4:95-101
20. Söderholm K-JM; Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials; a report of the ASC MD156 Task Group on test methods for the adhesion of restorative materials; Dent Mater, 1991; 7:74-83
21. Barkmeier WW, et al: Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology, Oper Dent,1986; 11:111-116
22. Eliades G., Watts DC., Eliades T., Dental Hard Tissues and Bonding, 1st edition, Germany, Springer-Verlag Berlin,2005; 3-33
23. Gilpatrick RO, et al: Rezin-to-enamel bond strengths with various etching times, Quintessence İnt, 1991;22:47-49
24. Low T, Lee KW, Fraunhofer JA . The adaptation of composite materials to etched enamel surface. J Oral Rehabil,1978;5:349-355
25. Simonsen RJ. Fissure sealants: deciduous molar retention of colored sealant with variable etch time. Quintessence Int 1978; 9:71-77
26. Hosoya Y, Goto G. Effects of cleaning, polishing pretreatments and acid etching times on unground primary enamel. J Pedod 1990; 14:84-92
27. Shimada Y, Senawongse P, Harnirattisai C, Burrow MF, Nakaoki Y, Tagami J. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. Oper Dent 2002; 27:403-409
28. Schmitt DC, Lee J. Microleakage of adhesive rezin systems in the primary and permanent dentitions. Pediatr Dent 2002; 24:587-593

29. Van Meerbeek B, et al: The clinical performance of dentin adhesives, J Dent, 1998; 26:1-20
30. Garant PR,Oral Cells and Tissues, 1st edition, Canada, Quintessence Publisihing,2003,25-80
31. Tay FR, et al: Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive, Oper Dent, 2003; 28:610-621
32. Nakabayashi ,et al: Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism, J Esthet Dent, 1991; 3:133-138
33. Pashley DH: The effects of acid etching on the pulpodentin complex, Oper Dent, 1992; 17:229-242,
34. Pashley DH: Dentin bonding: overview of the substrate with respect to adhesive material, J Esthet Dent, 1991 3:46-50,
35. Pashley DH., Horner JA, Brewer PD. İnteractions of conditioners on the dentin surface. Oper Dent 1992;5:137-150
36. Pashley DH, Carvalho RM, Dentine permability and dentine adhesion, J Dent, 1997; 25: 355-372
37. Van Landuyt KL , Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Van Meerbeek B, Systematic reviev of the chemical composition of contemporary dental adhesives, Biomaterials, 2007;28: 3757-3785
38. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G, The clinical performance of adhesives, J Dent 1998; 26(1):1-20
39. Slaz U, Zimmermann J, Zeuner F, Moszner N, Hydrolitic stability of self etching adhesive systems. J Adhes Dent 2005;7(2): 107-16
40. Slaz U, Zimmermann J, Slazer T, Self-curing, self-etching adhesive cement systems J Adhes Dent, 2005;7(2):7-17
41. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH, Bonding to ground dentin by a pheniyl-P self-etching primer, J Dent Res, 1994;73(6):1212-20
42. Reuggeberg FA, Margeson DH, The effect of Oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. J Dent Res 1990;69(10):1652-8
43. Nakabayashi N, Saimi Y, Bondiing to intact dentin, J Dent Res, 1996;75(9):1706-15
44. Nakabayashi N, Takarada K, Effect of HEMA on bonding dentin, Dent Mater, 1992;8(4):259-64
45. Jacobsen T, Söderholm KJ, Some effects of water on dentin bonding. Dent Mater, 1995;11(2):132-6

46. Tay FR, King NM, Chan KM, Pashley DH, How can nanoleakage occur in self-etching adhesive sistems that demineralize and infitrate simultaneously?, J Adhes Dent, 2002;4(4):255-69
47. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H,et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers, J Dent Res,2004; 83(6):4554-8
48. Turkun SL, Clinincal evaluation of a self-etching and a one-bottle adhesive system at two years. J Dent 2003;31(8):527-34
49. Asmussen E,Peutzfeldt A.,İnfluence of UEDMA, Bis-GMA and TEGDMA on selected mechanical properities of experimental rezin composites. Dent Mater, 1998;14(1):51-6
50. Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E, Yucel T, et al., The interaction of adhesive systems with human dentin. Am J Dent 1996;9(4):167-73
51. Nakabayashi N,Kojima K, Masuhara E; The promotion of adhesion by the infitration of monomers in to tooth substrates. J Biomed Res, 1982;16(3):265-273
52. Gwinnett AJ: Quantitative contribution of rezin infiltration/hybridization to dentin bonding, Am J Dent; 1993;6:7-9
53. Hasegawa EA, et al: Hardening of dual-cured cements under composite rezin inlays, J Prosthet Dent, 1991; 66:187-192
54. Eick JD, et al: The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion: Part 1., Quintessence İnt 1991;22:967-977
55. Eliades G: Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding systems,J Dent 1994;22:73-81
56. Swift GJ,et al, Enamel bonding strenght of “one-bottle” adhesive, Pediatr Dent, 1998;20:259-262
57. Watanabe I, et al; Bonding to ground dentin by a Phenyl-P self-etching primer, J Dent Res, 1994;73:1212-1220
58. Coluzzi DJ, Fundamentals of dental lasers: science and instruments Dent Clin N Am, 2004; 48:751–770
59. Lan WH, Chen KW, Jeng JH, Lin CP, Lin SK, A comparison of morphological changes after Nd:YAG and CO_2 laser irradiation of dentin surface, J Endod,2000;26(8):450-453
60. Kimura Y,Wilder-Smith P, Matsumoto K, Lasers in endodontics: a reiew, İnt Endod J, 2000; 33:173-185

61. Takashina M, Ebihara A, Sunakawa M, Anjo T, Takeda A, The posibility of dowel removal by pulsed Nd:YAG laser irradiation, Laser Surg Med, 2002;31:268-274
62. Lee BS, Lin CP, Lin FH, Lan WH, Ultrastructural changes of human dentin after irradiation by Nd:YAG laser, Laser Surg Med, 2002; 30:246-252
63. 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;9:338–44
64. Apel C, Meister J, Götz H, Duschner H, Gutknecth N, Structural changes in human Dental enamel after subablative erbium laser irradiation and its potential us efor caries prevention, Caries Res, 2005;39:65-70
65. Meister J, Apel C, Franzen R, Gutknecth N, İnfluance of spatial beam profile on hard tissue ablation Part I: Multimode emitting Er:YAG lasers
66. Mir M, Meister J, Franzen R, Sabounchi SS, Lampert F, Gutknecth N; İnfluance of water –layer thickness on Er:YAG laser ablation of enamel of bovine anterior teeth, Laser Med Sci, 2008;23(4):451-457
67. Convissar RA, The biologic rationale for the use of lasers in dentistry, Dent Clin N Am, 2004;48: 771–794
68. Adams TC, Pang PK, Lasers in aesthetic dentistry, Dent Clin N Am,2004;48: 833–860
69. Kotlow LA, Lasers in pediatric dentistry, Dent Clin N Am, 2004;48:889–922
70. Usumez A, Aykent F. Bond strengths of porcelain laminate veneers to tooth surfaces prepared with acid and Er, Cr, YSGG laser etching. J Prosthet Dent 2003;90(1):24–30.
71. Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA, Nonaka T, Percora JD, Palma Dibb RG. Effect of Er:YAG laser on bond strength to dentin of a self-etching primer and two single-bottle adhesive systems. Lasers Surg Med 2002;31(3):164–170.
72. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch an rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. Oper Dent 2003;28(5):647–60
73. Kameyama A, Oda Y, Hirai Y, Kawada E, Takizawa M, Rezin bonding to Er:YAG laser irradiated dentin, combined effects of pretreatments with citirc acid and glutaraldehyte, Eur J Oral Sci,2001;109:354-360
74. Carvalho RCR, Feritas PM, Otsuki M, Tigami J, Eduardo CP, Micro-shear bond strenght of Er:YAG-laser- treated dentin, Lasers Med Sci, 2008;23(2):117-124

75. Ana PA, Bachmann L, Zezell DM; Laser effect on enamel for caries prevention, Laser Physics, 2006;16(5):865-875
76. Otsuki M, Eguro T, Maeda T, Tanaka H, Comparison of the bond strenght of composit resin to Er:YAG laser irradiated human enamel pre-treated with various methods in vitro, Lasers Surg Med, 2002;30:351-359
77. Oda M, Zarate-Pereira P, Matson E. In vitro study of marginal microleakage in dental caries treated withER:YAG laser and restored with esthetic materials. Pesqui Odontol Bras 2001;15(4):290–5.
78. Apel C, Schafer C, Gutknercht N. Demineralization of Er:YAG and Er, Cr:YSGG laser prepared enamel cavities in vitro. Caries Res 2003;37(1):34–7.
79. Keller U, Hibst R, Geurtsen W, Schilke R, Heidemann D, Klaiber B, et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. J Dent 1998;26:649–56
80. Matsumoto K, Hossain M, Hossain MM, Kawano H, Kimura Y. Clinical assessment of Er, Cr:YSGG laser application for caries removal and cavity preparation in children. Med Laser Appl 2002;20:17–21
81. Demirci M, Özer F, Kuşdemir M, Sancaklı HŞ, Karakaya Ş, Adeziv sistemlerin farklı uygulama şekillerinin V. Sınıf kavitelerdeki mikrosızıntı üzerine etkileri, SÜ Dişhek Fak Derg, 2007;16:29-38
82. Aranha ACC, Turbino ML, Powell GL, Eduardo CP, Assesing microleakage of Class V resin composite restorations after Er:YAG laser and bur preparation, Lasers Surg Med, 2005;37:172-177
83. Cozean C,Arcoria CJ, Pelagalli J, Powell GL, Dentistry for the 21th century? Erbium :YAG laser for teeth, J Dent Res, 1997;128:1080-1087
84. Corona SAM, Borsatto MC, Pecora JD, De Sa Rocha RAS, Ramos TS, Palma-Dibb RG; Assessing microleakage of different class V restorations after Er:YAG laser and bur preparation, J Oral Rehab, 2003; 30:1008-1014
85. Lizarelli RFZ, Moriyama LT, Jorge JRP, Bagnato VS, Comparative ablation rate from a Er:YAG laser on enamel and dentin of Primary and Permanent teeth, Laser Physics, 2006; 16(5):849-858
86. Delme KIM, Deman PJ, DeMoor RJG, Microleakage of class V resin composite restorations after conventional and Er:YAG laser preparation, J Oral Rehab, 2005;32:676-685

87. Ceballos L, Camejo DG, Fuentes MV, Osorio R, Tolenado M, Carvalho RM, Pashley DH, Microtensile bond sternght of total-etch and self etching adhesives to caries-affected dentine, J Dent, 2003;31:469-477
88. Sassi JF, Chiminello DT, Borsatto MC, Corona SAM, Pecora JD, Palma-Dibb RG, Comparative Study of the Dentin /adhesive systems interface after treatment with Er:YAG laser and asit etching using scaning electron microscope, Lasers Surg Med, 2004;34:385-390
89. Palma-Dibb RG, Corona SAM, Borsatto MC, Ferreira KC,Ramos RP, Pecora JD, Assessing Microleakage on Class V Composite Resin Restorations after Er:YAG Laser Preparation Varying the Adhesive Systems, J Clin Laser Med Surg, 2002;20(3):129-133
90. Bahillo JG, Pinon RM, Nogueira JR, Biedma BM, Patino PV, Munoz MF, Varela MB, Castro NB, A Comparative Study of Microleakage through Enamel and Cementum after Laser Er:YAG Instrumentation in Class V Cavity Obturations, Using Scanning Electron Microscopy, J Clin Laser Med Surg, 2002;20(4):197-201
91. Burlat N, Rocca JP, Leforestier E, Fiorucci G, Nammour S, Bertrand MF, Shear bond strenght of self-etching adhesive systems to Er:YAG prepared dentin, Lasers Med Sci, 2007,20(1):53-57
92. Küçükeşmen Ç, Sönmez H, Microleakage of Class-V Composite Restorations with Different Bonding Systems on Fluorosed Teeth, Eur J Dent. 2008; 2: 48–58.
93. Küçükeşmen Ç, Erdoğan Y, Süt ve Daimi dişlerde bağlayıcı ajanların etkinliği, biyouyumluluğu ve sitotoksisitesi, SDÜ Tıp Fak Derg, 2009; 16(1):48-55
94. Lupi-Pegurier L, Bertrand MF, Genovese O, Rocca JP, Muller-Bolla M, Microleakage of rezin based sealants after Er:YAG laser conditioning, Lasers Med Sci, 2007;22:183-188
95. Moszner N, Slaz U, Zimmermann J, Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review, Dent Mater, 2005;21:895-910
96. Attar N, Korkmaz Y, Ozel E, Biçer CO, Fıratlı E, Microleakage of Class V Cavities with Different Adhesive Systems Prepared by a Diamond Instrument and Different Parameters of Er:YAG Laser Irradiation, Photomed Laser Surg, 2008;26 (6):585-591
97. Attrill DJ, Farrar SR, King TA, Dickinson MR, Davies RM, Blinkhorn AS, Er:YAG (λ=2,94μm) Laser etching of dental enamel as an alternative to asit etching, Lasers Med Sci, 2000; 15:154-161
98. Kıvanç BH, Karadağ LS, Er:yag lazer ve frez ile hazırlanan sınıf v restorasyonların mikrosızıntısının değerlendirilmesi, GU Diş Hek Fak Derg, 2006, 23 (3) : 165-168

99. Oliveira ME, Carvalho WL, Eduardo CP, Zezell DM, İnfluence of aditional Er:YAG laser conditioning step on microleakage of class V restorations, J Biomed Mater Res 2008, 87:538-543

100. Chinelatti MA, Ramos RP, Chimello DT, Corona SAM, Pecora JD, Palma-Dibb RG, İnfluence of Er:YAG laser on cavity preparation and surface treatment in microleakage of composite rezin restoration, Photomed Laser Surg, 2006;24:214-218

101. De Munck J, Van Meerbeek B, Yudhira R, Lambrechts P, Vanherle G, Micro-tensile bond strength of two adhesives to Erbium:YAG-lased vs. bur-cut enamel and dentin, Eur J Oral Sci, 2002;110(4):322-9.

7. ÖZGEÇMİŞ

1979 Yılında Diyarbakır'da doğdum. İlköğretimimi babamın görevlerinden dolayı Sivas'ta ve Elazığ'da tamamladım. Ortaokul ve liseyi Elazığ'da tamamladım. 1997 yılında Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesini kazandım ve 2002 yılında aynı fakülteden mezun oldum. 2003 yılında Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalında doktora eğitimime başladım. 2005 yılında aynı bölüme araştırma görevlisi olarak atandım. Halen aynı bölümde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım.

Email: ismettoptanci@gmail.com
Tel: 0(412) 248 81 01 Dahili: 3442
GSM: 0 533 777 61 06