



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**



**FARKLI KAVİTE DEZENFEKTANLARININ FARKLI
ETCHİNG MODLARDA UYGULANAN UNİVERSAL
ADEZİVİN MİKRO-MAKASLAMA BAĞLANMA
DAYANIMINA ETKİSİ**

Tuğçe TARTICI

**DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Gürkan GÜR**

**ANKARA
2020**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI KAVİTE DEZENFEKTANLARININ FARKLI
ETCHİNG MODLARDA UYGULANAN UNİVERSAL
ADEZİVİN MİKRO-MAKASLAMA BAĞLANMA
DAYANIMINA ETKİSİ

Tuğçe TARTICI

DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Gürkan GÜR

ANKARA
2020

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na

Uzmanlık tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Farklı kavite dezenfektanlarının farklı etching modlarda uygulanan universal adezivın mikro-makaslama bağlanma dayanımına etkisinin incelenmesi " başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan klinik çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler ve yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Uzmanlık Öğrencisinin Adı Soyadı :

Tarih

İmza

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Uzmanlık Programı

çerçevesinde yürütölmüş olup bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından

Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

30/11/2020

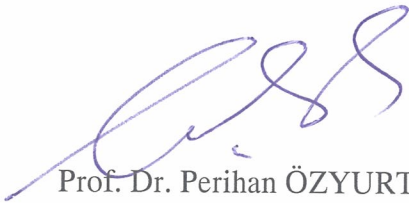


Prof. Dr. Gürkan GÜR

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.B.D.

Jüri Başkanı



Prof. Dr. Perihan ÖZYURT

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.B.D.



Prof. Dr. Oya BALA

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.B.D.

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	ix
Tablolar	x

1.GİRİŞ	1
1.1. Çürüğün Tanımı	2
1.2. Çürüğün Etiyolojisi	3
1.2.1. Diyet	4
1.2.2. Mikroflora	4
1.2.3. Diş ile İlgili Faktörler	5
1.2.4. Zaman	5
1.3. Çürük Patofizyolojisi	6
1.4. Çürüğün Tespit Yöntemleri	9
1.4.1. DIAGNOdent (KaVo Dental Corporation)	10
1.4.2. Kantitatif Işık Ölçümlü Floresans (QLF)	12
1.4.3. Elektriksel İletkenlik	13
1.4.4. Ultrasonik Görüntüleme	14
1.4.5. Çürük Tespit Boyası	16
1.5. Kavite Dezenfektanları	16
1.5.1. Klorheksidin Glukonat (CHX)	17
1.5.2. Benzalkonyum klorür	19
1.5.3. İyodin	21
1.5.4. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂)	21
1.5.5. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	22
1.5.6. Süper-Okside Su (SPO)	24
1.5.7. Ozon (O ₃)	25
1.5.7.1. Ozon Kimyası ve Etki Mekanizması	25
1.5.7.2. Ozonun Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları	27
1.5.8. Lazerler	30
1.6. Dental Adeziv Sistemler	32
1.6.1. Diş Dokularına Adezyon	33
1.6.1.1. Minenin Yapısı ve Mineye Bağlanma	33
1.6.1.2. Dentinin Yapısı ve Dentine Bağlanma	34
1.6.2. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması	36
1.6.2.1. Adeziv Sistemlerin Klinik Uygulamalara Göre Sınıflandırılması	37
1.6.2.1.1. Total-Etch Adeziv Sistemler	37
1.6.2.1.2. Self-Etch Adeziv Sistemler	40
1.6.2.1.3. Universal Adeziv Sistemler	41
1.7. Bağlanma Testleri	43
1.7.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı	43

1.7.2. Mikro-makaslama Bağlanma Dayanımı	44
1.7.3. Mikro-gerilim Bağlanma Dayanımı	45
1.8. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM)	45
1.9. Amaç	46
2. GEREÇ ve YÖNTEM	47
2.1. Örneklerin Toplanması, Diş Yüzeylerinin Hazırlanması	47
2.2. Örneklerin Gruplandırılması ve Restorasyon Prosedürleri	48
2.3. Termal siklus ile yaşlandırma	52
2.4. Mikro-makaslama Bağlanma Dayanımı (μ SBS) Analizi	52
2.5. Kırılma Tipinin Değerlendirilmesi	53
2.6. TEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi	53
2.7. İstatiksel Değerlendirme	54
3. BULGULAR	55
4. TARTIŞMA	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	71
ÖZET	73
SUMMARY	74
KAYNAKÇA	75
ÖZGEÇMİŞ	99

ÖNSÖZ

Farklı kavite dezenfektanlarının farklı etching modlarda uygulanan universal adezivlerin μ SBS'ye etkisini incelediğim bu tez çalışmada uzmanlık eğitimim boyunca benden yardım ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Gürkan Gür'e,

Hayatımın her anında olduğu gibi akademik hayatımda da en büyük destekçim, hayatta ki en büyük şansım, enerji kaynağım, çok sevdiğim eşim Mehmet Tartıcı'ya,

Hayatımın her döneminde yol gösterici olan, beni her konuda destekleyen, arkamda varlıklarını hep hissettiğim kızları olduğum için hep gurur duyduğum canım annecim Nilgün Reis, babacım İsmail Hakkı Reis'e,

Kardeşleri olmaktan mutluluk duyduğum hayatımın her döneminde yanımda olan sevgili ablalarım Esra Yaman, İlkay Coşkun'er'e ve sevgili abicim Fatih Reis'e,

Uzmanlık eğitim sürecim başta olmak üzere her konuda benden desteğini hiç esirgemeyen sevgili ablam Doç. Dr. Gülbike Demirel'e, klinikteki katkılarından dolayı sevgili abim Doç. Dr. İsmail H. Baltacıoğlu'na,

Beraber çalışmaktan çok mutlu olduğum ve her konuda yanımda olan canım arkadaşım Fulya Aydın ve akademik hayatımda Ankara Üniversitesi'nin bana kattığı tüm değerli dostlarıma,

Uzmanlık eğitimim süresinde katkılarından dolayı Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda görevli tüm değerli hocalarıma,

Teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
(+)	Pozitif
<	Küçüktür
>	Büyüktür
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
ACE	Anjiyotensin Çevirici Enzim
ART	Atravmatik Restoratif Tedavi
Bis-GMA	Bisfenol A glisidil metakrilat
Ca ²⁺	Kalsiyum İyonu
CHX	Klorheksidin Glukonat
CİS	Cam İyonomer Siman
Cl	Klor
CO ₂	Karbondioksit
dk	Dakika
ECM	Elektriksel İletkenlik
Er:YAG	Erbium Yittriyum-Alüminyum-Garnet
Er,Cr:YSGG	Erbium Chromium-doped Yttrium Scandium Gallium Garnet
HClO	Hipokloröz asit
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
HEMA	2-hidroksi etilmetakrilat
Ho:YAG	Holmiyum Yittriyum-Alüminyum-Garnet
KTiOP04	Argon
KTP	Potassium Titanyl Phosphate
L	Laktobasillus
LED	Light Emitting Diode
µSBS	Mikro-makaslama Bağlanma Dayanımı
MDP	10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phoshate

MMP	Matriks metalloproteinaz
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Nd:YAG	Neodmiyum Yittriyum-Alüminyum-Garnet
Nd: YAP	Neodymium-doped Yttrium Alüminum Perovskite
O ₂	Oksijen
O ₃	Ozon
OH ⁻	Hidroksil
p	Anlamlılık
PO ₄	Fosfat
QLF	Kantitatif Işık Ölçümlü Floresans
TEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
S	Streptococcus
SBU	Single B
sn	Saniye
SPO	Süper-Okside Su
SPSS	Statistical Package for Social Science
TEG-DMA	Trietilen glikol dimetakrilat
TEM	Taramalı Elektron Mikroskobu

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Çürük oluşturan etkenler (West NX ve Joiner, 2014; Featherstone ve Rodgers, 1981)	3
Şekil 1.2. KaVo DIAGNOdent çürük teşhis cihazı	11
Şekil 1.3. Fiber optik ucun diş yüzeyine uygulanması	11
Şekil 1.4. QLF cihazının ağız içi kullanışı	12
Şekil 1.6. QLF ile karanlık sahalar olarak görülen okluzal pit ve fissür çürüğü	13
Şekil 1.5. Klinik olarak gözlemlenemeyen fakat QLF ile karanlık saha olarak belirlenen aproksimal çürük	13
Şekil 1.7. Pratikte kullanılan bir ultrasonik görüntüleme cihazı	15
Şekil 1.8. Klinik uygulama aşamalarına göre adeziv sistemlerin sınıflandırılma	37
Şekil 2.1. Micracut 201, Metkon, Türkiye)	47
Şekil 2.2. Mikrocut cihazı ile kesilerek açığa çıkmış okluzal dentin yüzeyleri	47
Şekil 2.3. OzoneDTA Cihazı	61
Şekil 2.4. OzoneDTA Cihazının Prop Uçları	50
Şekil 2.5. Cavity Cleanser (%2, Bisco, Schaumberg)	50
Şekil 2.6. Süper-okside Su (Medilox)	51
Şekil 2.7. Kompozit Resin Yerleştirilmiş Örnek	51
Şekil 2.8. Termal Siklus Cihazı	52
Şekil 2.9. Universal Test cihazı	53
Şekil 2.10. Işık Mikroskobu	53
Şekil 3.1. CHX kavite dezenfektanının kullanıldığı, etch-and-rinse ve self-etch tekniklerle uygulanan adezivin üç farklı magnifikasyonda (X2000, 3000 ve 5500) TEM görüntüleri. (K: Kompozit, A: Adeziv, D: Dentin, a: etch-and-rinse teknik, b: self-etch teknik)	58
Şekil 3.2. OzoneDTA kavite dezenfektanının kullanıldığı, etch-and-rinse ve self-etch tekniklerle uygulanan adezivin üç farklı magnifikasyonda (X2000, 3000 ve 5500) TEM görüntüleri. (K: Kompozit, A: Adeziv, D: Dentin, a: etch-and-rinse teknik, b: self-etch teknik)	59
Şekil 3.3. SPO kavite dezenfektanının kullanıldığı, etch-and-rinse ve self-etch tekniklerle uygulanan adezivin üç farklı magnifikasyonda (X2000, 3000 ve 5500) TEM görüntüleri. (K: Kompozit, A: Adeziv, D: Dentin, a: etch-and-rinse teknik, b: self-etch teknik)	59
Şekil 3.4. Kavite dezenfektanı uygulanmayan kontrol grubunun, etch-and-rinse ve self-etch tekniklerle uygulanan adezivin üç farklı magnifikasyonda (X2000, 3000 ve 5500) TEM görüntüleri (K: Kompozit, A: Adeziv, D: Dentin, a: etch-and-rinse teknik, b: self-etch teknik)	60

TABLÖLAR

Tablo 2.1. Örneklerin Gruplandırılması	48
Tablo 2.2. Çalışmada kullanılan kavite dezenfektanları, adeziv ve restoratif materyallerin içerikleri, üretici firmaları ve uygulanma şekilleri	49
Tablo 3.1. Üç farklı kavite dezenfektanının universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında μ SBS'lerine etkileri	55
Tablo 3.2. Üç farklı kavite dezenfektanının universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında μ SBS'lerine etkileri	56
Tablo 3.3. Üç farklı kavite dezenfektanının universal adeziv etch-and-rinse ve self-etch teknikle uygulandığında μ SBS'lerine etkileri	56
Tablo 3.4. μ SBS testi uygulanan örneklerde ki adeziv, koheziv ve mix kopma tiplerinin yüzdeleri (A:Asit, K:Kontrol)	57

1.GİRİŞ

Diş çürüğü, kalsifiye dokuların yıkılması ve lokalize çözünmesiyle sonuçlanan dişlerin mikrobiyolojik enfeksiyöz bir hastalığı olarak tanımlanmaktadır (Banerjee ve ark., 2000). Diş çürüğünün gerek önlenmesi gerekse restorasyonu restoratif diş tedavisinin temel çalışma alanıdır.

Çürüğün uzaklaştırılmasında günümüzde frezle temizlemenin dışında sadece yumuşak ve denatüre olmuş diş çürük tabakasının temizlenmesi ön plana çıkmaktadır. Bu amaçla ekskavatörler, el aletleri ve frezler, air abrazyon, ultrasonik aletler, kimyasal yöntem, kemomekanik yöntem, lazerler, enzimler, Atravmatik Restoratif Tedavi (ART) gibi yöntemler kullanılmaktadır (Banerjee ve ark., 2000). Ancak, kullanılan yöntem hangisi olursa olsun, yapılan restoratif tedavinin başarısı açısından esas önemli olan; bu işlemden sonra kavitede, tekrarlayan çürüğe ve pulpal enflamasyona neden olabilecek sayıda mikroorganizmanın kalıp kalmadığıdır. Dentin dokusunun rengine ve sertliğine göre karar verilerek çürük dokusunun uzaklaştırıldığına dair yapılan muayene, kişinin görsel ve dokunma duyularına dayandığından, oldukça subjektiftir ve bakteriyel durumu yansıtmada yetersiz kalmaktadır (Kidd ve ark., 1993). Bu nedenle bazı araştırmacılar objektif kriterlerin ön plana çıktığı ve çürük dokusunun görsel olarak saptanabilmesini sağlayan boyaların kullanımını tavsiye etmektedir. Ancak geleneksel ayna-sond yöntemi ile çürüksüz olduğuna karar verilen dişlerin büyük bir kısmında boyanma saptanmıştır (Anderson ve Charbeneau, 1985). Boyalar ile belirlenen enfekte dokuların uzaklaştırılmasından sonra dahi, kavite içerisindeki bütün mikroorganizmaların elimine edilemeyeceği, dişlerin %15-40'ında halen mikroorganizmaların kaldığı (Anderson ve Charbeneau, 1985 ve Boston ve Graver, 1994), kavite tabanından pulpa yönüne doğru 0.1-2.4 mm uzaklıkta dahi bulanabildikleri bildirilmiştir (Boston ve Graver, 1994). Kavite hazırlanması sırasında kavitede kalan bu bakterilerin sayılarının bir ayda iki katına çıkabileceğini bildiren çalışmaya ilaveten (Leung ve ark., 1980), bir yıldan daha uzun

bir süre restorasyonun altında yaşayabildiklerini ve toksinlerinin pulpaya diffuze olarak enfeksiyona neden olabileceğini gösteren çalışmalar (Besic, 1943 ve Brännström, 1986) da mevcuttur. Bu nedenle çürüğün mekanik olarak kaldırılması, mikroorganizmaların eliminasyonu için yeterli olmamaktadır. Kavite preparasyonu sonrası kavite duvarlarında, mine-dentin birleşiminde, “smear” tabakasında ya da dentin tübüllerinde kalması olası bakterilerin uzaklaştırılması, postoperatif hassasiyet, pulpal inflamasyon oluşmaması ve restorasyonun uzun ömürlülüğü açısından önemlidir. Bu amaçla kavite dezenfektanlarının kullanımı önerilmektedir (Banerjee ve ark., 2000; Bin-shuwaish, (2016); Brännström ve Nyborg, 1973 ve Gultz ve ark., 1999).

Günümüzde kavite preparasyonu sonrası dezenfektan uygulaması, bakteriyel aktivitenin oluşturduğu potansiyel riskleri önlemede kabul gören bir uygulamadır. Kavite dezenfeksiyon yöntemleri uygulanan dişlerde adeziv sistemlerin bağlantısını araştıran birçok çalışma vardır. Bu çalışmaların bir kısmında kavite dezenfektan uygulamalarının bağlanma dayanımını olumsuz etkilediklerini savunurlarken (Meiers ve Kresin, 1996; Sharma ve ark., 2011), Sharma ve ark. (2009), bağlanma dayanımını etkilemediğini, Mohammed ve ark. (2014), ise bağlanma dayanımını arttırdığını ifade etmişlerdir.

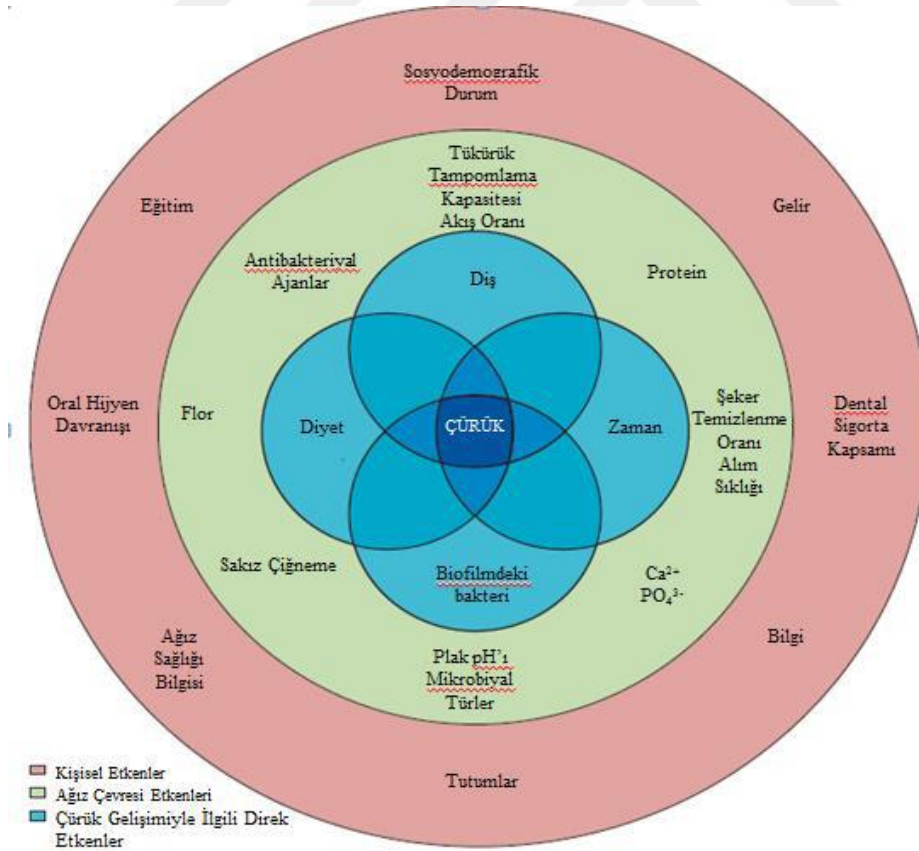
1.1. Çürüğün Tanımı

Dünyanın en yaygın kronik hastalıklarından biri olan diş çürüğü; dental plaktaki karyojenik bakterilerin karbonhidratları fermente etmesi sonucu oluşan asit ile diş sert dokularının organo-inorganik moleküllerinin giderek suda erir hale dönüşerek kimyasal bağlarının kopması şeklinde devam eden patolojik olaylar dizisinin bir sonucu olarak tanımlanmaktadır (Axelsson, 2000; Cengiz, 1996; Fejerskov ve Kidd, 2000; Kidd, 2005 ve Selwitz ve ark 2007). Ağız ortamında normal şartlarda belirli bir denge içerisinde birbirini izleyen demineralizasyon ve remineralizasyon olayları bakteri plağı varlığında bozulabilmekte ve demineralizasyonun ön plana geçmesi ile

meydana gelen mineral kaybı sonucunda çürük meydana gelmektedir (Fejerskov ve Kidd, 2000; Koray, 1981 ve Newburn ve ark., 1989).

1.2. Çürüğün Etyolojisi

Diş çürüğü multifaktöriyel, enfeksiyöz bir hastalıktır. Çürüğün oluşabilmesi için birkaç unsurun bir araya gelmesi gerekir. Bu unsurlardan bir ya da birkaçının olmaması çürüğü oluşturmaz. 1963 yılında Keyes ve Jordan tarafından formüle edilen çürüğün gelişebilmesi için zorunlu dört faktör şu şekilde sıralanmıştır (Lingstrom ve ark., 2000); a) karbonhidrat diyeti b) dental plak içerisindeki bakteri c) çürüğe duyarlı diş d) zaman. Günümüzde çürük oluşumu 4 dairesel venn diyagramı (Selwitz ve ark., 2007) ile gösterilmekte ve bunu etkileyen durumları şematik olarak göstermek mümkündür (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Çürük oluşturan etkenler (West NX ve Joiner, 2014; Featherstone ve Rodgers, 1981)

1.2.1. Diyet

Diyet; bir bireyin her gün yediği yiyecek ve içecekler olarak tanımlanır ve çürük yapan mikroorganizmalar için besin kaynağı görevi yaparak çürük oluşumunu etkiler (Bayırlı ve Şirin, 1985; Hujoel, 2009). Ağız florasında bulunan asit oluşturan mikroorganizmalar, karyojenik etkilerini fermente edilebilir karbonhidratları kullanarak gösterirler. Dolayısıyla, diş çürüğü ile karbonhidrat alımı arasında doğrudan bir ilişki vardır. Karbonhidratlar arasında en fazla karyojenik özelliğe sahip olan şeker sukrozdur. Yüksek oranda çözünerek dental plağa kolayca difüze olur, ekstrasellüler polisakkaritlerin ve asitlerin üretiminde substrat olarak rol oynar. Karyojenik streptokoklar, sukrozdan suda erimeyen glukun üretirler. Glukun mikroorganizmaların diş yüzeyine yapışmalarında etkilidir. Ayrıca plak birikimi için matriks görevi görmektedir (Bayırlı ve Şirin, 1985; Samaranayake, 2007).

1.2.2. Mikroflora

Çürük lezyonunun başlamasında, çürük ve ağız floradaki organizmalar arasındaki sebep sonuç ilişkisi çok iyi anlaşılamamıştır. Ağız bakterileri, kolonilerden ve birçok türden oluşan kompleks topluluklardan oluşurlar ki bunlar da yapışkan bir matriks tarafından sıkıca paketlenmiş hücre kitlesi olarak bulunurlar. Yaklaşık 200–300 tür bakteri, maya ve protozoa insan ağız kavitesinde doğuştan yer alır. Sert ve yumuşak dokulardaki hastalığın varlığını plağı oluşturan kompleks bakteri topluluğunun metabolik aktivitesi belirler. Nispeten küçük bir bakteri grubu çürük ve dişeti hastalıkları gibi 2 önemli ağız hastalığından öncelikli olarak sorumludur (Bader ve ark., 2001; Roberson ve ark., 2010). Bu bakterilerin bir grubunu “*Streptococcus mutans*” (*S. mutans*) serotipleri oluşturur. Bu serotipler a’dan h’ye isimlendirilmiştir. Serotip a (*S. cricetus*), Serotip b (*S. rattus*), Serotip c (*S. ferus*), ve Serotip d, g ve h (*S. sobrinus*). Bütün *S. mutans* serotipleri çürüğün önemli potansiyel sebebi olarak gösterilir fakat önemli genetik ve biyokimyasal farklılıkları yüzünden *S. mutans*’ın yalnızca tek bir türü olarak tanımlanmamalıdır. *S. mutans* ve *Lactobacillus* büyük miktarda asit üretebilirler (asidojenik), asidik çevreyi tolere edebilirler (asidürik), sukroz tarafından güçlü bir şekilde uyarılırlar ve insanda çürükle ilişkili olan başlıca

organizmalar gibi görülürler (Motisuki ve ark 2005; Roberson ve ark 2010). Çürüğe neden olan organizmalar karyojeniktir. Bir dişin çürüme eğiliminin derecesi, onun karyojenik potansiyeli olarak tanımlanır. *S. mutans*, insanlarda pandemik bir enfeksiyon olarak mevcuttur; yani *S. mutans*, ırk, etnik köken veya coğrafik durum göz önüne alınmaksızın herkeste bulunur. Normalde, *S. mutans* ağız florasının önemsiz, küçük bir komponenti olarak ağızda bulunur. Çok sayıda aktif çürük lezyonu olan hastalarda, *S. mutans*, plak florasının baskın bir üyesi haline gelmiştir. *S. mutans* en güçlü olarak çürüğün başlamasıyla ilişkilendirilir. *Lactobacillus*'lar ise kaviteasyon oluşmuş bir lezyonun aktif ilerlemesiyle ilişkilendirilir (Kolenbrander 2000; Roberson ve ark 2010).

1.2.3. Diş ile İlgili Faktörler

Dişin morfolojik ve yapısal özellikleri çürük gelişiminde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin azı dişleri, keser dişler ile kıyaslandığında çürük gelişimi için daha uygun bir konak olarak görülmektedir. Bunun nedeni olarak da okluzal yüzeylerindeki kompleks fissür morfolojilerinin yiyecek artıkları ve mikroorganizmalar için bir retansiyon alanı oluşturmalarıdır. Dişlerin çapraşık dizilimleri gibi, çene kavsindeki düzensizlikler de çürük oluşumunda etkili faktörlerdir. Ayrıca dişin mineral yapısı ve maturasyon düzeyi de çürük oluşumunu etkiler (Bayırlı ve Şirin,1985; Newbrun, 1989a).

1.2.4. Zaman

Çürüğün oluşabilmesi için konak, diyet ve karyojenik mikroorganizmaların yeterli bir süre etkileşim içinde bulunması gereklidir. Karyojenik gıdaların ağızda uzun süre kalması ya da sık tüketilmesi bu etkileşimin uzun süreli olmasını sağlamakta ve çürük riskini arttırmaktadır (Bayırlı ve Şirin, 1985).

1.3. Çürük Patofizyolojisi

Çürük oluşum süreci, dişin mineral yapısı ve oral mikrobiyal biyofilm arasındaki fizyolojik dengenin bozulması sonucu ortaya çıkmaktadır. Dişler üzerindeki biyofilm tabakasında yer alan asit üretebilen bakterilerin ağız içindeki karbonhidratları fermantasyonu sonucunda organik asitlerin formasyonu ve ortamın pH'sının kritik pH olan 5,5'in altına düşmesi ile başlar (Geddes, 1975). Plak bakterileri tarafından oluşturulan asitler plak sıvısı içerisine sızarak hidrojen iyon konsantrasyonunun artmasına neden olur. Bunu, mine yapısında bulunan difüzyon kanallarının açılması sonucunda, mine yüzeyinde çözünmenin başlaması takip eder. Bu sürecin devamında kavitasyon meydana gelmektedir (Çakır ve ark, 2010; Matsui ve Cvitkovitch, 2010; Selwitz ve ark, 2007; Zero, 1999).

Diş çürüğü, dişin farklı dokularında farklılıklar göstermektedir. Bu durum gerek diş dokularının yapısal bileşenlerindeki farklılıklardan gerekse histolojik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Mine, dişin en dış kısmında yer alan oral flora ve tükürük ile temas halinde olan diş dokusudur. Bu nedenle periyodontal olarak sağlıklı bireylerde çürük mineden başlar. Mine dokusunda deminerazlizasyon-remineralizasyon döngüsü devamlı bir şekilde sürmektedir (Fehrenbach ve Popowics, 2015). Tüketilen asitli gıdalar ve bakteriler tarafından üretilen organik asitler mine dokusunda deminerazlizasyona neden olmaktadır. Bunun yanında tüketilen gıdalarda, oral hijyen için kullanılan ajanlarda ve tükürükte bulunan kalsiyum (Ca) ve fosfat (PO₄) gibi iyonlar remineralizasyonu sağlamaktadır (Hick ve ark., 2004; Songsiripradubboon ve ark., 2014).

Deminerazlizasyon-remineralizasyon dengesi deminerazlizasyon yönünde bozulduğunda mine dokusunda çürük başlamaktadır. Başlangıç mine çürükleri nemli ortamda inspeksiyon ile sağlıklı mine dokusundan ayıramamaktadır. Fakat lezyon kurutulduğunda opak tebeşirimsi bir görüntü verir. Diş hekimliği literatüründe bu görüntü Beyaz Nokta (White Spot) lezyonları olarak tanımlanmaktadır. Bu aşamada minede meydana gelmiş olan lezyon geri dönüşümlüdür ve mineralize olarak sağlıklı

diş yapılarına dönüşebilir. Fakat demineralizasyon süreci devam ederse çürük ilerleyerek geri dönüşümsüz hale gelebilir (Kidd, 2005).

Başlangıç lezyonu ilerleyip mine çürüğü haline geldiğinde tabanı minede tepesi dentinde olan üçgen şeklinde bir demineralizasyon alanı meydana gelir. Mine çürükleri çürük yüzeyinden sağlıklı mine dokusuna kadar farklı tabakalardan oluşabilmektedir. Bu tabakaların oluşumunda diş yapısındaki bozulma ve mineral kaybı etkilidir. Bu tabakalar her çürük lezyonunda gözlenmemekle beraber genel olarak 4 tabakadan oluşmaktadır. Bunlar; yüzeyel tabaka lezyonun gövdesi, karanlık tabaka ve saydam tabakadır. Yüzeyel tabaka, mine çürüğünün en dış tabakasıdır. Diş çürüğü ilerleyip kavitasyon meydana gelene kadar varlığını sürdürebilir. Hipermineralize bir yapıdadır. Bunun nedeni hem bu tabakanın altındaki dokulardan çözünen hem de ağız ortamında bulunan iyonların çökmesidir. Kavitasyonun oluşmadığı durumlarda bu tabakanın korunması önemlidir (Holmgren ve ark., 2013). Yüzeyel tabaka geçirgen bir yapıya sahip olsada bakterilerin daha derin dokulara penetrasyonunu engeller. Bu tabakanın kalınlığı 20-100 mikrondur. Kimyasal yapısı değerlendirildiğinde ise %5 civarı bir mineral kaybı olduğu gözlenmektedir (Darlin, 1961; Larsen, 1990). Lezyon gövdesi, yüzeyel tabakanın altında yer alan mine çürüğünün en büyük tabakasıdır. Bu tabakada retzius çizgileri belirginleşmiştir. %25-50 civarı mineral kaybı ile mineral kaybının en çok görüldüğü tabakadır (Hicks ve ark., 2004). Karanlık tabaka, lezyonun gövdesinin altında yer alan kahverengi renkteki tabakadır. Daimi dişlerde görülen çürüklerin %85- 90'ında bu tabaka gözlenmektedir. Lezyonun gövdesinde bulunan porlar bu tabakada remineralizasyon ile mikroporlara dönüşmektedir (Legeros, 1991). Saydam tabaka, Çürüğün en alt kısmında yer alır ve sağlıklı mineden farklı yapısal özellikler gösteren ilk tabakadır. Mine çürüklerinin %50'sinde gözlemlenmektedir. Bu tabaka sağlıklı mineden 10 kat daha geçirgendir ve ilerlemiş mine çürüğünün göstergesidir. Saydam tabakada minenin inorganik yapısının yanı sıra organik yapısının da deformasyona uğradığı gözlenmektedir. Retzius çizgileri, interprizmatik madde ve prizmaların enine çizgisi deforme olmuştur (Featherstone, 2008).

Dentin çürüğü klinik olarak değerlendirildiğinde; enfekte ve enfekte olmayan dentin olarak iki tabakada incelenebilmektedir. Enfekte dentin, klinik olarak keskin el aletleri ile kolaylıkla uzaklaştırılabilen, yumuşak ve sarı renkli tabakadır. Bu tabakada asidürik ve çoğunlukla proteolitik bakteriler bulunmaktadır (Roças ve ark., 2015). Bu tabakada dentin dokusunun hem organik hem de inorganik yapısı geri dönüşümsüz olarak harap olmuştur (Frank, 1990). Geri dönüşümsüz bu yıkım nedeni ile bu tabaka remineralize olamamaktadır. Bu nedenle de restorasyon öncesi tamamen uzaklaştırılması gerekmektedir. Enfekte olmayan dentin, etkilenmiş dentin olarak da tanımlanan bu tabaka enfekte dentinin altında yer alır. Bu tabakada yer yer demineralize alanlar gözlenirken dentinin organik yapısında geri dönüşümsüz bir yıkım mevcut değildir. Bu nedenle enfekte olmayan tabakada remineralizasyon sağlanabilmektedir. Dişin restorasyonunda bu tabaka korunarak gereksiz madde kaybının önüne geçilmiş olur (Bjørndal ve Mjör, 2001).

Dentin çürüğünün yapısal özelliklerinde meydana gelen değişiklikler mikroskopik olarak incelendiğinde; enfekte dentin tabakası, bulanık dentin tabakası, saydam dentin tabakası ve subtransparent dentin tabakası olmak üzere 4 farklı tabakanın mevcut olduğu gözlenmiştir. Enfekte dentin tabakası, dentin çürüğünün en dışında yer alan bakteriden zengin tabakadır. Bu tabakada dentinin organik ve inorganik yapısı geri dönüşümsüz bir şekilde deforme olmuştur. Yumuşak, mantarimsı bir görüntüye sahiptir. Bu tabakanın remineralize olabilmesi mümkün olmadığı için restorasyon öncesi kesinlikle uzaklaştırılmalıdır (Bjørndal ve Mjör, 2001). Bulanık dentin tabakası, Bakteriyel invazyon tabakası olarak da adlandırılan bu tabakada bakteriler dentin tübüllerine invaze olarak tübülleri doldurmuştur. Dentinin inorganik yapısı büyük oranda yıkılmıştır (Bjørndal ve Mjör, 2001; Frank, 1990). Organik yapı ise geri dönüşümsüz bir şekilde deforme olmuştur. Bu nedenle enfekte dentin tabakası gibi bu tabakada restorasyon öncesi uzaklaştırılmalıdır (Schwendicke ve ark, 2015). Saydam dentin tabakasında, demineralizasyona bağlı olarak dentin dokusunda mineral kaybı gözlenmektedir. Organik yapıda bir miktar yıkım olsa da kollajen çapraz bağlar sağlıklı bir şekilde mevcuttur. Dentin kanallarının lümeninde büyük boyutta kristaller çökelmiştir (Kidd ve Fejerskov, 2004). Kollajen iskelet sağlam kaldığı için bu tabaka remineralize olabilmektedir. Operatif işlemler esnasında bu tabakada hassasiyet

meydana gelebilmektedir (Roberson ve ark., 2011). Subtransparent tabaka, tabakada intertübüler dentinde demineralizasyon mevcuttur fakat bakteri bulunmaz. Dentin tübüllerinin lümeninde küçük boyutlu kristaller mevcuttur. Odontoblast uzantıları yer yer zarar görmüş olsada mevcudiyetini devam ettirir (Kidd ve Fejerskov, 2004). Bu nedenle dentine gelen uyaranlar ağrı oluşturabilir. Saydam tabaka gibi bu tabakada remineralize olabilmektedir (Roberson ve ark., 2011). Mevcut çürük tabakalarının altında sağlıklı dentin dokusu mevcuttur.

Diş çürüğünde mine ve dentin dokularında meydana gelen yapısal değişikliklerin bilinmesi tedavi seçeneklerinin belirlenmesinde önem arz etmektedir.

1.4. Çürüğün Tespit Yöntemleri

Diş hekimliğinde; zamanında, kesin ve doğru yapılan bir tanı başarılı bir tedavi uygulamasının ilk adımıdır. Pitts 1997 yılında çürük diagnozunda ideal metodun; non-invaziv, basit, güvenilir, geçerli, sensitif ve spesifik olması gerektiğini bildirmiştir. Konservatif diş tedavisinde, “minimal madde kaybı maksimum restorasyon” görüşü bugün bir adım daha ileri giderek yerini “minimal invaziv” tedaviye” bırakmıştır. Koruyucu diş hekimliği; çürük diagnozunu, diş çürüğü profilaksisini ve başlangıç çürüklerinin mikroskobik düzeyde tedavi edilmesini kapsar. Günümüzde minimal invaziv yaklaşım çerçevesinde, çürük riski altındaki bireylerde, enfeksiyon durdurularak çürük kavitesi olmayan demineralize mine ve dentin dokularının remineralizasyonunun sağlanması, bunların zamanla kontrol edilerek gereken önlemlerin alınması amaçlanmaktadır. Bu durumun gerçekleşebilmesi, ancak lezyonların kavite oluşmadan önce tanısı mümkün olduğunda söz konusu olabilir. Çürük diagnozunda, lezyonun aktif, hızlı veya pasif, yavaş ilerleyen veya duraklamış olduğu gözlenebilir. Bu bilgiler olmadan ideal bir tedavi planlaması yapmak mümkün değildir (Lussi ve ark., 2004).

Diş çürüğünün, fissürlerden dentin derinliklerine doğru ilerledikçe klinikte saptanması güçleşir. Başlangıç safhasında sub-klinik düzeydeki mine çürüklerinin,

kavite oluşmamış dentin çürüklerinin, restorasyon çevresindeki rekürrent veya sekonder ve subgingival kök çürüklerinin klinikte belirlenmesi güç olabilir. Çoğunlukla yardımcı ekipmanlara gereksinim duyulmaktadır. Diagnostik yöntem, diş hekimleri ve hastalar tarafından kabul edilebilir olup, gerek klinik çalışmalarda gerekse araştırmalar için kullanılabilir. Ancak ne yazık ki bu kriterlerin tümünü içeren bir yöntem mevcut değildir (Korkut ve ark., 2011).

Diagnostik yöntemler:

- 1) Geleneksel yöntem: görsel, ayna-sond uygulaması, radyografi.
- 2) Kullanımdaki teknolojiler: Dijital radyografi, lazer floresans (QLF, DIAGNOdent), elektriksel iletkenlik (ECM), Fiber optik transilluminasyon, Çürük tespit boyası.
- 3) Yeni geliştirilen teknolojiler: Alternating current impedance spectroscopy, ultrasonik sistem (Korkut ve ark., 2011).

1.4.1. DIAGNOdent (KaVo Dental Corporation)

Lazer floresans yöntemi ilk olarak, 1981 yılında Bjelkhagen tarafından, 488 nm lik mavi yeşil argon lazer ışığıyla, sağlam ve çürük insan minesi karşılaştırılarak denenmiştir (Bjelkhagen ve Sundström, 1981) (Şekil 1.2). Araştırmacılar, bu yöntemle sağlam ve çürük mine arasındaki farkların kolaylıkla izlenebileceğini göstermişlerdir (Bjelkhagen ve Sundström, 1981).

Vaarkamp ve ark. (1995)'ları, helyum-neon lazer kullandıkları çalışmada; mineden yansıyan ışığın sebebinin hidroksiapatit kristalleri, dentinden yansıyan ışığın sebebinin dentin tübülleri olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 1.2. KaVo DIAGNOdent çürük teşhis cihazı

Cihazın temel çalışma prensibi, çürük lezyonunun çevre sağlam dokuya göre lazer ışınını farklı absorbe etmesi ve saçmasıdır. Amaç okluzal çürüklerin saptanması ve nicel olarak ölçülmesidir. Cihaz pek çok avrupa ülkesinde, Brezilya’da ve Amerika’da 2000 yılından itibaren kullanılmaktadır (Korkut ve ark., 2011) (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Fiber optik ucun diş yüzeyine uygulanması

Mekanizmasında; çürüğün diş dokusunda neden olduğu değişiklikler, uyarılmış dalga boyunda floresans özelliğinin azalmasına neden olur. Cihazda 655 nm dalga boyundaki kırmızı diod lazer ışını, fiber demetinden geçerek özel uç ile dişin okluzal yüzeyine taşınır. Diş tarafından absorbe edilen ışın, floresans fotonları olarak geri yansır. Filtreden geçen floresans sinyalleri aynı uçtaki farklı fiber demeti tarafından toplanır ve bir fotodiyod tarafından sayısal olarak ölçülür ve monitöre ulaştırılır. Geri toplanan floresans ışınının yoğunluğu lezyon derinliği ile doğru orantılıdır (Lussi ve ark., 2004).

Bu sistem, sağlıklı standart mine göz önüne alınarak kalibre edilmiştir. Toplanan sinyal 0-99 arasında sayısal bir değerle cihazın göstergesinde izlenir. Sayısal değer arttıkça çürük olasılığı artmaktadır. İmalatçı firma tarafından üretilen ölçüm sıklası şöyledir: 5-25 arası değerler başlangıç lezyonu, 26-35 arası değerler erken dentin çürüğü, 35'ten büyük değerler ise ilerlemiş dentin çürüğünü belirtir (Korkut ve ark., 2011).

Diagnodent kullanırken diş yüzeyinin temizlenmesi önemlidir. Diş dokusu yüzeyindeki tartar ve renkleşmeler hatalı değer oluşmasına neden olabilir (Basting ve Serra, 1999). 12 DIAGNOdentte 655 nm dalga boyunda ve 1W gücünde laser diod ışık ve 680 nm'lik filtreler kullanıldığında, ışık penetrasyonu 2 mm derinliğe ulaşmaktadır (Lussi ve ark., 2004).

1.4.2 Kantitatif Işık Ölçümlü Floresans (QLF)

Lazer Floresans yönteminin, lazer yerine ışık kullanılan şeklidir (Şekil 1.4). Diş çürükleri, dental plak, bakteri aktivitesi, diş taşı, renklenme ve diş beyazlatması ile ilgili in vivo ve in vitro olarak kantitatif değerlendirme imkanı sağlayan teşhis cihazıdır. Işığın dağıtılması, saçılması prensibinin mineral kaybıyla ilişkisini kullanarak, çürük lezyonunun ölçümünde kullanılır (Korkut ve ark., 2011)..



Şekil 1.4. QLF cihazının ağız içi uygulaması

Diş sert dokusunun autofloresans adı verilen kendi doğal floresansı vardır. QLF ile dişin sert dokularından kaynaklanan yeşil floresans ve dış kaynaklı olan kırmızı floresans meydana gelir. Diş mavi ışığa maruz kaldığında yapısındaki floresans uyarılır ve yeşil floresans meydana gelir. Diş yapısında bulunan floresans, demineralizasyon ile azalır. Bu yüzden QLF ile görülen çürük lezyonu floresansı, diş sağlam dokularındaki değerlerden daha düşüktür. Bu yüzden de demineralize sahalar QLF ile karanlık bölgeler olarak görünür (Korkut ve ark., 2011) (Şekil 1.5, 1.6).



Şekil 1.6. Klinik olarak gözlemlenemeyen fakat QLF ile karanlık saha olarak belirlenen aproksimal çürük



Şekil 1.5. QLF ile karanlık sahalar olarak görülen okluzal pit ve fissür çürüğü

1.4.3. Elektriksel İletkenlik

Genel olarak sağlıklı ve çürük diş dokularındaki elektriksel iletkenlik farklılığı esasına dayanır.

Elektriksel iletkenlik farklılığı prensibi ile çalışan 3 cihaz üretilmiştir (Huysmans ve ark., 1997).

- 1) Caries Meter L (G-C International Corp., Leuven, Belgium)
- 2) Vanguard Elektronik Caries Detektör (Massachusetts Manufacturing Corp. Cambridge, Mass., USA)
- 3) Elektronik Caries Monitör (LODE Diagnostic, Groningen, The Netherlands)

Üç cihaz da elektriksel iletkenliği, fissüre yerleştirilmiş bir sond ve yüksek iletkenliğe sahip olan dişeti veya deri gibi bir bölgeye bağlanmış bir konnektörle ölçerler (Huysmans ve ark., 1997).

Diş dokusunun elektriksel iletkenliği demineralizasyonun olduğu ancak yüzeyde herhangi bir madde kaybı olmadığı durumda bile değişkenlik göstermektedir. Yani sağlam mine yüzeyleri çok sınırlı veya hiç iletkenliğe sahip değilken, çürüklü ve demineralize mine yüzeyleri ölçülebilir iletkenliğe sahiptir ve bu iletkenlik demineralizasyonun artması ile artış gösterir. Cihazda yüksek değerli ölçümler gözlenir. Bu da lezyonların zaman içinde takip edilerek remineralize olduğunun belirlenmesine olanak tanır (Angmar-Mansson ve ark., 1998). Ancak, Vanguard Elektronik Caries Detektör ve Caries Meter L günümüzde üretilmemektedirler (Huysmans ve ark., 1997).

Vanguard Elektronik Caries Detektörden farklı olarak Ohms cinsinden devam eden ölçüm skalası, hava akım hacim kontrolü ve farklı ölçüm seçenekleri (devamlı, ardışık ya da biriken ölçüm) bulundurulur. ECM okumasındaki sayısal değerlendirme şu şekildedir: 1.0–3.00: sağlıklı mine veya erken çürük başlangıcı, 3.01–6.00: mine-dentin sınırına kadar ilerlemiş mine çürüğü, 6.01 – 8.00: dentin çürüğü, 8.01–13.00: derin dentin çürüğü göstergesidir. ECM okluzal ve aproksimal çürüklerin teşhisinde in vivo ve in vitro çalışmalarda oldukça iyi sonuçlar göstermiştir. Ashley, posterior dişlerde kavitasyon göstermeyen okluzal lezyonların in vitro teşhisinde ECM'nin; görsel muayene, FOTI, konvansiyonel ve dijital bitewing radyograflarla kıyaslandığında daha kesin sonuçlar verdiğini belirtmiştir (Ashley ve ark., 1998).

1.4.4. Ultrasonik Görüntüleme

Ultrasonik görüntülemenin temel prensibi, probe tarafından oluşturulan yüksek frekanslı dalgaların (1-20 m Hz) test edilecek materyale veya biyolojik dokuya uygulanması, geriye dönen dalgaların probe tarafından emilip elektriksel impulslara çevrilmesi ve eko olarak saptanmasıdır (Ng ve ark., 1998; Yanıkoğlu ve ark., 2000). Günümüzde görüntüyü yaratmak için: gri ölçekli görüntüleme cihazı kullanılmaktadır.

Çoğu cihaz hemen hemen aynı tip üretim devresini kullanmaktadır: Pulser, transdüsör(prob) tarama jeneratörü, zamanlayıcı, amplifikatör, ekran (A modu, B modu, M modu) (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Pratikte kullanılan bir ultrasonik görüntüleme cihazı

Ultrason tıp ve diş hekimliğinde de, endüstride olduğu gibi teşhis amaçlı olarak kullanılmaktadır. Medikal teşhise yönelik çalışmalar ilk olarak 1942’de Avusturya’da Dussik tarafından başlatılmıştır (Dussik, 2011). Çalışmada beyin tümörleri ultrasonik dalgalanmaların değişimi ile tespit edilmiştir. Tıpta kullanılan başlıca alanlar; doğum, jinekoloji, cerrahi, sinir cerrahisi, kardiyoloji, pediatri, baş ve boyun taramaları ve özellikle kan akım hızı ölçümlerinde (Laser Doppler Flowmetre). Ultrasonik sistem diş hekimliğinde; kalkulus uzaklaştırımı, kök kanallarının irrigasyonu ve aletlerin mekanik temizliğinde rutin olarak kullanılmaktadır. Fakat diagnostik ultrason tıpta kullanımının aksine diş hekimliğinde tanı açısından çok az ilgi görmüş olup son yıllarda bu konuda çalışmalar artmaktadır. Bu çalışmalar ışığında kavitasyon oluşturmamış mine çürüklerinin tanısında, iki ayrı ortamda ses dalgalarının kat etme zamanı farklı olduğu için sağlam ve demineralize mine dokularının kolaylıkla ayırt edilebileceği kabul edilmektedir. Ayrıca ultrasonik dalgalar yüzeye dik şekilde uygulanırsa dokuda bulunan defekt daha kolay bir şekilde saptanabilir (Ng ve ark., 1998; Yanıkoğlu ve ark., 2000).

1.4.5. Çürük Tespit Boyası

Çürük dentin, enfekte olan dış tabaka ve etkilenmiş dentin tabakası olarak da bilinen iki tabakadan oluşur (Fusayama, 1979). Bu iki tabaka ultramikroskopik, morfolojik, biyokimyasal, bakteriyolojik ve fizyolojik karakteristikler olarak farklılık gösterir (Nakajima ve ark., 2011). Çürüğün dış tabakası bakteriyel invazyonun ve yıkımın olduğu alandır. Remineralizasyon kabiliyeti yoktur ve kaldırılması gereklidir (Roberson, 2006; Wang ve ark., 2007). Çürükten etkilenmiş dentin, normal dentine göre daha poröz yer yer demineralize alanlara sahiptir (Hamid ve Hume, 1997). Sınırlı miktarda kollajen yıkımının gerçekleştiği bu tabaka remineralize olabilmeye özelliğine sahiptir (Roberson, 2006; Wang ve ark., 2007). Koruyucu diş hekimliği restorasyondan önce enfekte olan dış tabakanın kaldırılması, çürükten etkilenmiş iç tabakanın korunması taraftarıdır (Banerjee ve ark., 2000). Çürükten etkilenmiş tabakanın diş preparasyonu esnasında kaldırılmasını önlemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan yöntem gözle yapılan renk kontrolü ve el aletleri ile yapılan sertlik kontrolüdür. Fakat bu yöntem subjektif bir değerlendirme sağlamaktadır. Bunun dışında objektif bir değerlendirme sağlayan %0,5'lik bazik fuksin veya propilen glikol esaslı çürük tespit boyalarının kullanılması tavsiye edilmektedir (Anderson ve Loesche, 1985; Kidd ve ark., 1989; List ve ark., 1987).

1.5. Kavite Dezenfektanları

Kavite dezenfektanı kullanımının restoratif tedavinin önemli bir tamamlayıcısı olduğu düşünülmektedir (Brannstrom, 1986). Kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan materyaller; klorheksidin glukonat, benzalkonyum klorür, iyodin, hidrojen peroksit, süperoksit su, sodyum hipokloriddir. Günümüzde lazer ve ozon uygulamalarında kavite dezenfeksiyonunda kullanılmaya başlayan materyallerdir (Brännström ve Nyborg, 1973; Kumar ve ark., 2014; Kunawarote ve ark., 2010; Meiers ve Kresin, 1996; Özel ve ark., 2005; Perdigao ve ark., 2000; Tapper ve ark., 1998 ve Varoni ve ark., 2012).

1.5.1. Klorheksidin Glukonat (CHX)

Klorheksidin 1950' li yıllarda İngiltere'de geliştirilmiş ve 1970' li yıllarda ABD'de kullanılmaya başlanmıştır. 1954 yılında cilt yaraları için antiseptik olarak kullanılmıştır (Uygun, 2007). Sentetik bir kemoterapötik ajan olan klorheksidin, genel tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde son 30 yıldır kullanılan klorheksidin, dental plağın kimyasal olarak kontrolünde ve diş çürüklerinin önlenmesinde etkili bir yöntemdir (Gultz ve ark., 1999).

Klorheksidin; santral heksametilen halkası tarafından birleştirilmiş iki 4-klorofenil halkası ve iki biguanid grubundan oluşan simetrik bir katyonik moleküldür (Uygun, 2007). Klorheksidin diglukonat (CHX), asetat ve hidroklorid tuzu olarak üç formda bulunmaktadır (Fardal ve Turnbull, 1986; Albay, 2005). Diş hekimliğinde klorheksidin diglukonat formu kullanılmaktadır CHX bipolar molekül yapısına sahip, kuvvetli bazik özellikte bir materyaldir. Pozitif yüklü olması nedeniyle katyoniktir ve negatif yüklü olan bakteri hücre duvarına, bakteriyel ekstrasellüler polisakkarite ve hidroksiapatite afinitesi vardır, yani bakteri hücre membranına kuvvetle bağlanır. Ayrıca plak, tükürük müsinini ve oral mukoza gibi alanlara da bağlanma potansiyeli yüksektir. Fosfat grupları sayesinde rahatça bağlanabilmesi nedeniyle diş yüzeylerine yüksek afinite gösterir (Fardal ve Turnbull, 1986; Komorowski ve ark., 2000). Etkisi pH 5.5-7 arasında en fazla, 5.2'nin altında ise oldukça sınırlıdır (Uygun, 2007). Pü, kan, serum gibi bazı protein maddeler CHX'in etkisini azaltmaktadır (Albay, 2005).

CHX; fakültatif anaerob ve aerob bakteriler, gram pozitif ve gram negatif bakteriler üzerinde etkilidir. Etkisi; anaerob bakterilere, aerob ve fakültatif anaerob bakterilerden daha yüksek bulunmuştur. Gram pozitif bakterilerden özellikle *S. mutans* üzerinde etkilidir. Laktobasiller genel olarak CHX'den etkilenmezler, özellikle oral laktobasiller arasında baskın olan *Lactobacillus casei* (*L. casei*) CHX'e karşı oldukça dirençlidir (Cleghorn ve Bowden, 1989). CHX'in topikal uygulamalarının aktinomiçesler üzerine bakteriostatik etkisi olduğu, ancak bu etkinin *St. mutans* üzerine olduğu kadar uzun süreli olmadığı gösterilmiştir (Kidd 1991; Schaeken ve ark. 1986; Fardal ve Turnbull, 1986; Audus ve ark., 1992). Pek çok spor CHX'e dirençli

olup, özellikle mantar sporları CHX'den pek etkilenmemektedir (Albay, 2005; Uygun, 2007).

CHX'in kavite dezenfektanı olarak kullanılmasının nedeni, antibakteriyel etkisinden faydalanmaktır. Konsantrasyonla ilişkili olarak etkisi değişmektedir. Düşük konsantrasyonda bakteriyostatik etki göstermektedir. Bu durumda; pozitif yüklü CHX molekülleri, negatif yüklü bakteri hücre duvarının lipopolisakkaritlerinin fosfat grubu ve proteinlerinin karboksil grubu ile bağlanmakta, bu durum sonucunda, bakteri hücre membranının bütünlüğü bozulmakta ve klorheksidin hücre membranının iç kısmındaki fosfolipitlere bağlanmaktadır. Bunun sonucunda bakteri membranının geçirgenliği artmakta ve potasyum ve fosfor gibi maddeler hücre duvarından ayrılmaktadır. Sonuç olarak, bakterilerin fonksiyonları bozulmakta ve bakteri üremesi engellenmektedir (Fardal ve Turnbull, 1986). Bakteriyostatik evrede CHX'in etkileri geri dönüşümlüdür ve ortamdan fazla CHX'in uzaklaşması, bakteri hücresinin eski haline dönmesine olanak sağlamaktadır. Yüksek konsantrasyonlu CHX ise bakteri hücresi içine penetre olmakta, çapraz protein bağlanması sonucu sitoplazmanın çökmesine neden olmaktadır. Glikoziltransferaz enzimi ile fosfoenolpiruvat fosfotransferaz sistemini baskılayıp, bakteri metabolizmasını inhibe ederek, bakteri ölümünü gerçekleştirmektedir (Van Strijp ve ark., 1997). Her iki mekanizma da CHX'in çürük önleyici etkisinde rol oynamaktadır (Fardal ve Turnbull, 1986). Tüm bu olumlu etkilerin yanında CHX'in bazı yan etkilerinin varlığı da unutulmamalıdır. CHX'in, epitelyal hücreler ve makrofajlar için toksik olduğu ve dişlerde boyamaya neden olduğu bildirilmiştir (Audus ve ark., 1992).

Mikroorganizmaların rekolonizasyonu bireyler arasında farklılık göstermektedir, ancak mikroorganizmaların tamamen elimine olduğu veya sayıca çok azaldığı durumlarda dahi 2-6 ay içerisinde tedavi öncesi sayıya ulaşılmaktadır (Emilsson 1981, Emilsson 1994).

İn vitro çalışmalar, karyojenik bakterilerin dentin yüzeyinde demineralizasyona neden olduğunu, ancak dentin kollajen matriksinin yıkımına neden olmadıklarını göstermiştir. Araştırmacılar mineralize dentin matriksindeki konak türevli matriks

metallo proteinazların (MMP) asitleme işlemi sonrasında aktive olduklarını ve kollajen matriks bozunmasından bu durumun sorumlu olduğu sonucuna varmışlardır (Soares ve ark., 2008). MMP'lerin etkili olduğu bir diğer durum da rezin dentin bağlantısıdır. Resin dentin bağlantısının zaman içerisinde azaldığı kanıtlanmıştır. Adesiv sistemlerde asitleme işlemi sonrasında dentindeki resin monomer difüzyonunda azalma hibrit tabakanın alt kısımlarında bozunmuş kollajen fibrilleri içeren tamamlanmamış infiltrasyon bölgeleri oluşturur. Resin dentin arayüzünde stabilite kaybında kollajenin hidrolitik bozunmasının rolü vardır ve bu bozunma bakteriyel enzimlerin yokluğunda dahi görülebilir. Düşük konsantrasyonlarda dahi CHX'in MMP inhibitör etkinliğinin çürük süreci ve hibrit tabakanın bozulmasında etkili olan dentin kaynaklı MMP üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Geniş kullanım alanı bulan CHX'in asitle pürüzlendirilmiş dentine uygulanmasının kollajenolitik aktivitenin güçlü biçimde baskılandığı bildirilmiştir (Erkli ve Ersöz, 2011; Soares ve ark., 2008).

Piyasada bulunan mevcut CHX dezenfektanların bileşimleri aynı olmasına rağmen, CHX'in konsantrasyonu ve dezenfektanın uygulanımı (solüsyon, jel şeklinde olması (Emilson 1994)), markalar arasında farklılık ortaya çıkarmaktadır. Piyasada en çok bulunan ürünler ve konsantrasyonları; Klorhex (%2, Drogas, Türkiye), Cavity Cleanser (%2, Bisco, Schaumberg), Cervitec (%0.2, Vivadent, Liechtenstein), Consepis Scrub (%2, Ultradent, SJ)' dir

1.5.2. Benzalkonyum klorür

Kuaterner amonyum bileşiklerindendir. CHX gibi katyonik yapıda olan yüzey aktif ajanlardandır. Kuaterner amonyum bileşikleri hidrofilik ve hidrofobik gruplara sahiptir. Böylece bakteri ile iyonik ve hidrofobik etkileşimler meydana gelir. Mikroorganizmaların (özellikle gram negatif bakterilerin) hücre duvarları lipoprotein ağırlıklı yapıda olduğundan, benzalkonyum klorür, bu yapıyı etkileyerek ve sitoplazmik membranın selektif geçirgenliğini bozarak bakterisidal etki gösterir (Scheie,1989). Benzalkonyum klorürün de CHX gibi rezidüel antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirtilmektedir (Chan ve Lo, 1994).

Piyasadaki Tubulucid Blue\ Red (Suredental, Canada) preparat adlı benzalkonyum içerikli antibakteriyel bir ajan çalışmalarda kavite dezenfektanı amacıyla kullanılmıştır (Brännström ve ark., 1980). Bu madde smear tabakasını, dentin tübüllerini açmadan kaldırmaktadır. Kırmızı ve mavi olmak üzere iki çeşidi bulunmakta; kırmızı renkli olanında (Tubulucid Red); benzalkonyum klorüre ek olarak %1' lik sodyum fluorür bulunmaktadır. Kavite dezenfeksiyonunda ve dentin hassasiyet tedavisinde kullanılmaktadır. Mavi renkli olanı (Tubulucid Blue); kron ve köprü yapıştırılmasından önce renkleşmiş yüzeylerin temizlenmesinde kullanılmaktadır. İki ayrı kullanım şekli vardır. Çürüğün kaldırılması esnasındaki kullanımında; kaviteye bir damla solüsyon damlatıldıktan sonra, ekskavatör veya düşük turlu susuz bir döner aletle yumuşak dentin kaldırılmaktadır. Kavite preparasyonun yapıldıktan sonraki kullanımında; kavite yüzeyleri, solüsyon ile birkaç saniye silinerek temizlenmekte, 30- 60 sn materyalin etki etmesi için beklendikten sonra, kavite 10 sn hava spreyi ile kurutulmaktadır (Türkün ve ark., 2004).

Yapılan çalışmalarda (Gultz ve ark.,1999; Özel ve ark., 2005; Türkün ve ark., 2004; Türkün ve ark., 2006), benzalkonyum klorürün, *S. mutans*, *S. salivarius*, *Actinomyces viscosus*, *L. acidophilus* ve *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) gibi mikroorganizmalar üzerinde güçlü bir antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu gösterilmiş ve restorasyon öncesinde kavitedeki rezidüel mikroorganizmaların eliminasyonu amacıyla kullanımının uygun olacağı belirtilmiştir. Botelho ve ark. (2003), benzalkonyum klorürün, *S. mutans*'a kıyasla *L. acidophilus*'ta daha etkili olduğunu belirtirken, Türkün ve ark. (2004), ise benzalkonyum klorür içerikli Tubulucid Red'i kullandıkları çalışmada, bu maddeyi, yapısında %1 NaF bulunması dolayısıyla *S. mutans*'ta *L.acidophilus*'a kıyasla daha etkili bulmuşlardır.

Yüksek konsantrasyondaki Benzalkonyum klorür çözeltileri alerjik reaksiyonlara ve toksik etkilere neden olabilir (Graf,1999), ve %10 veya daha fazla bir konsantrasyon yutulduğunda, ölüme bile yol açabilecek ciddi komplikasyonlar oluşabilir (Hitosugi ve ark.,1998).

1.5.3. İyodin

Bakteri, mantar ve virüslere karşı hızlı bir antimikrobial etki gösterir. Moleküler iyodin antibakteriyel etkiden sorumludur, sulu çözeltileri ise stabil değildir (Athanasias ve ark., 2007). Bu amaçla iyodin taşıyıcı ya da iyodin salan ajanlar (iyodofor) geliştirilmiştir. İyodoforlar iyodin ve aktif serbest iyodin rezervuarı olarak rol oynayan taşıyıcı ya da çözücü ajan karışımından oluşurlar. Antimikrobiyal etkisini, özellikle metionin, sistein gibi sülfürsüz amino asitlere, nükleotitlere saldırarak ve bunun sonucunda bakteri hücresinin ölümüne neden olarak gösterir (Gottardi, 1991). İyodin de *S. mutans*, *L. acidophilus* ve *S. aureus* üzerine antibakteriyel etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir (Türküm ve ark., 2004). Klinik diş hekimliğinde dezenfeksiyon amacıyla farklı iyot çözeltileri kullanılmıştır: İyodin potasyum iyodin, potasyum iyodin / bakır sülfat, iyot açıklayıcı / dezenfeksiyon çözeltisi ve providon-iyodin'dir (Bin-shuwaish, 2016).

İyot aşırı duyarlılığı, bu ürünler kullanımında oluşan yan etkidir. İyot gebelikte kullanılmak üzere kontrendikedir ve metabolik komplikasyonlara neden olabileceği için tiroid patolojisi olan hastalarda kontrendikedir (Twetman, 2004).

1.5.4. Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

Hidrojen peroksit (H₂O₂); renksiz, kokusuz bir sıvıdır. Su ve oksijen vererek kolayca bozular. Dokularla; özellikle, üzerinde ölü hücre ve cerahat bulunan dokularla temasında su ve oksijene ayrışması sonucu serbest kalan oksijen sebebiyle, H₂O₂'nin antiseptik etkili bir madde olduğu ileri sürülmektedir (Alaçam, 2011).

Virüs, bakteri, maya ve bakteri sporlarına (özellikle gram (+) bakterilere) karşı antimikrobiyal etkinliğe sahiptir. Katalaz ya da diğer peroksidaz aktivitesi bulunan mikroorganizmalar düşük konsantrasyonlardaki H₂O₂'ye direnç sağlarken (Block, 1991), yüksek konsantrasyonlardaki H₂O₂'nin bu savunma mekanizmasını ortadan kaldırdığı gösterilmiştir (Türküm ve ark., 2004). Antibakteriyel etkisini, oluşturduğu

serbest hidroksil radikalleri ile bakterilerin DNA, protein, lipid gibi hücresel komponentlerine saldıran bir oksidan olarak gösterir (Block, 1991). H_2O_2 'nin *S. mutans* üzerine antibakteriyel etkisinin yanı sıra (Özel ve ark., 2005; Türkün ve ark., 2004; Türkün ve ark., 2006); H_2O_2 'nin özellikle çukur agar metodunda *L. acidophilus* ve *S. aureus* üzerine CHX'den daha fazla antibakteriyel etkinlik sergilediği de görülmüştür (Türkün ve ark., 2004).

Kavite dezenfektanı olarak kullanımında kavite duvarlarının %2-3'lük H_2O_2 emdirilmiş pamuk pelet ile temizlenmesi tercih edilen bir yöntemdir. Antibakteriyel etkisinin yanında gösterdiği köpürme etkisiyle kavite duvarlarının temizlenmesine yardımcı olur. Katalaz aktivitesi negatif olan bakteriler peroksiti bozmadığı için H_2O_2 'ye hassastır. Bunun yanı sıra katalaz aktivitesi pozitif olan stafilokok gibi mikroorganizmalar bu şekilde oksidasyon zararından korunabilirler. Ancak bu savunma mekanizması yüksek konsantrasyonlardaki H_2O_2 kullanımında ortadan kalkmaktadır (Özel ve ark., 2005).

1.5.5. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit (NaOCl), bir antimikrobiyal irrigant olarak endodontide ilk kez (1920) kullanıldıktan sonra, klinik diş hekimliğinde bir temizlik maddesi olarak yaygın şekilde kullanılan etkili bir organik çözücüdür (Spencer ve ark., 2007). Dentin yüzeyiyle temas ettiğinde, NaOCl, sodyum klorür ve oksijene parçalanır ve dentin matrisinde oksidasyon işlemine neden olur (Tulunoglu ve ark., 1998).

NaOCl, dilüe kostik sodada sıvı veya gaz halinde bulunan klorinle reaksiyona girmesi sonucu oluşan yeşilimsi sıvı renkli bir sıvıdır (Çalışkan, 2006). NaOCl' in en önemli özelliklerinden biri çok geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajan olmasıdır. Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, mantarlara ve virüslere karşı etkili olduğu kanıtlanmıştır (Rutala ve Weber, 1997). Düşük konsantrasyonlarda bile çok hızlı bakterisit etki gösterir. NaOCl'in doku çözücü etkisi ve antimikrobiyal özelliği hücre proteinlerini okside ve hidrolize edebilmesine, hipokloröz asit oluşturarak klor (Cl) açığa çıkarmasına ve osmotik aktiviteyle hücre dışına sıvı çekebilme kabiliyetine

bağlıdır (Peker ve Özçelik, 1993). NaOCl'in antiseptik etkisinin yanında toksik etkisi de bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda insan nötrofil kemotaksisine zarar verdiği, fibroblast ve endotel hücrelere toksik etki gösterdiği bulunmuştur (Çalışkan, 2006). Submukozal hemorajiler oluşturduğu, kollajende bazofilik dejenerasyonlar meydana getirdiği ve keratinize epitelyum hücreler dışındaki tüm hücreler için sitotoksik olduğu belirtilmiştir (Peker ve Özçelik, 1993).

%5.25' lik konsantrasyonunun *S. mutans* üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir (Çelik ve ark., 2010). NaOCl'ye su ilave edildiğinde meydana gelen hipokloroz asit (HClO), aktif Cl içeren güçlü bir okside edici ajandır. Ortaya çıkan aktif Cl, bakteri hücresindeki önemli enzimlerin sülfidril gruplarında irreversibl oksidasyona neden olarak hücrenin metabolik fonksiyonlarını bozmaktadır. Antibakteriyel etkisi aktif Cl ve oksijen salınımına ilaveten, yüksek konsantrasyonuna da bağlıdır (Piva ve ark., 2001; Siqueira ve ark., 2000). Ancak organik substratla teması sırasında aktif Cl harcanır ve antimikrobiyal aktivitesi azalır (Siqueira ve ark., 2000). Yüksek pH (11.8)' de kavite asiditesini nötr hale getirerek bakterilerin çoğalması önler (Piva ve ark., 2001). Günümüzde NaOCl' in hangi konsantrasyonda en etkili olduğu tartışmalı bir konudur. Araştırmacılar dezenfektanın konsantrasyonu düştükçe antibakteriyel etkinliğinin de azaldığını (Özel ve ark., 2005), ancak düşük konsantrasyonlardaki solüsyonların fazla miktarda kullanıldığı ve düzenli olarak değiştirildiği takdirde yeterli antibakteriyel etkiyi sağladığını belirtmişlerdir (Siqueira ve ark., 2000).

Vianna ve ark. (2004), *S. aureus*, *Candida albicans*, *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis* ve *Prevotella intermedia*'yı ortadan kaldırmak için 15 saniye boyunca %5,25 NaOCl çözeltisi uygulamasını buldu. Bununla birlikte, NaOCl'in antimikrobiyal aktivitesinin çözeltinin konsantrasyonundan etkilendiği bildirilmiştir (Berber ve ark., 2006; Gomes ve ark., 2001).

NaOCl çözeltisi, aşındırıcı bir reaksiyon gösteren çok güçlü bir oksitleyicidir; bu nedenle, büyük dikkatle uygulanmalıdır. Çamaşır suyu ağartma eğilimine ek olarak,

kötü bir tada sahiptir ve çevre dokularda, özellikle yüksek derecede tahriş edici etkilere sahiptir (Haapasalo ve ark., 2010; Hülsmann ve ark., 2000; Luddin ve ark., 2013).

1.5.6. Süper-Okside Su (SPO)

Süperoksit su (SPO), özel bir elektrokimyasal hücre içindeki seyreltik bir salin çözeltisinin elektrolizi ile yapılan bir sıvı biyosittir. Son zamanlarda, SPO aletler ve sert yüzeylerin dezenfeksiyonun da kullanılmaya başlatılmıştır (Tapper ve ark., 1998).

SPO yüksek oranda reaktif süper oksit iyonu O_2 içerir. Bu süperoksit radikalleri, lipitler, proteinler ve nükleik asitler dahil olmak üzere hassas biyolojik hedeflere saldırabilir (Cabiscol ve ark., 2000). Ayrıca, SPO, çok çeşitli mikroorganizmalara karşı etkili antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Toksik değildir, tahriş edici değildir, aşındırıcı değildir ve güçlü bir oksitleyicidir (Solovyeva, 2000). SPO'nun aktif maddesi hipokloröz asittir (HOCl). HOCl güçlü bir oksitleyici ve deproteinizer olarak kabul edilir.

HOCl'nin antiseptik özellikleri iyi bildirilmiştir. Çok düşük klor konsantrasyonunda bile hızlı reaksiyon gösteren (Wang ve ark., 2007) mikroorganizmaya karşı antimikrobiyaldir (Lapenna ve Cuccurullo, 1996; Rutala ve Weber, 1997). Dahası, HOCl güçlü bir oksitleyici ve deproteinizer olarak kabul edilir (Aruoma ve Halliwell, 1987; Christensen ve ark., 2008; Kunawarote ve ark., 2010; Mainnemare ve ark., 2004), çünkü bir dizi biyolojik molekülle, özellikle tiyol, tiyoeter, nükleotitler, amino grupları ve karbonhidratlar ile kolayca reaksiyona girer. Etkili bir antimikrobiyal konsantrasyon aralığının, NaOCl ve H_2O_2 ile karşılaştırıldığında memeli hücrelerine daha az sitotoksik özellik göstermiştir ve hassasiyet yapmadığı görülmüştür (Christensen ve ark., 2008; Ingle ve ark., 2008; Wang ve ark., 2007).

1.5.7. Ozon (O₃)

Ozon , oksijenin aktif oksijen atomlarına fotodizisyonuyla doğal olarak üretilen, daha sonra başka oksijen molekülleri ile reaksiyona giren soluk, kararsız bir gazdır (Naik ve ark., 2016). ozonun güçlü bir oksitleyici olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, hücre duvarını ve bakterilerin sitoplazmik membranını tahrip ederek mikroorganizmanın tahrip olmasıyla antibakteriyel faaliyetlere sahiptir (Kapdan ve Öztaş, 2015). Oksitlenme potansiyelinin klorürinkinden 1,5 kat daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Nogales ve ark., 2008). Diş uygulamalarında, Ozonun kullanılabileceği rapor edilmiştir. Üç formdan biri: Gaz, su veya yağ (Saini, 2011). Ozon ilk olarak 1920'lerde Dr. Parr tarafından klinik uygulamalarda dezenfektan olarak kullanıldı (Bocci, 2006). 1950'de, Dr. Fisch, Almanya'da diş işlemlerinde ozonlu su kullanan ilk kişi oldu (Naik ve ark., 2016).

Bugün ki tedavi konsepti çürüklerin erken teşhis edilebilmesi, ilerlemesinin önlenmesi ve remineralizasyonun sağlanabilmesi üzerine geliştirilmektedir (Knezevic ve ark. 2007). Bu amaçla non-invazif tedavi teknikleri kullanılmaktadır. Atravmatik restoratif tedavi (ART), kemo-mekanik tedavi, lazer, air abrazyon ve ozon bu amaçla günümüzde en çok kullanılan non-invaziv tedavi teknikleridir (Abu-salem 2004; Edward 2004; Marsh 1995). Uzun yıllar tıpta, son zamanlarda da diş hekimliğinde kullanılan ozon güçlü bir antimikrobiyal ajandır (Knezevic ve ark. 2007).

1.5.7.1. Ozon Kimyası ve Etki Mekanizması

Oksijen atomunun bir formu olarak tanımlanan ozon, (Baysan ve ark., 2000; Abu-salem, 2004), yüksek frekanstaki güneşin ultraviyole ışınları ile ya da yapay olarak ozon jeneratörüyle üretilmektedir (Abu-salem, 2004; Cardosa ve ark., 2008).

Stratosfer içinde gaz halde 1-10 ppm konsantrasyonda bulunmaktadır (Abu salem 2004). Çok aktif ve stabil olmayan bir gaz olduğu bildirilen ozonun oksijen

molekölüne dönmeden önceki yarılanma ömrü çok kısadır (Edward, 2004; Bocci 2007; Estrela ve ark. 2007; Johansson ve ark. 2009).

Doğadaki en kuvvetli oksidan maddelerden biri olan ozon pek çok biyomolekülle reaksiyona girmektedir ve moleküler oksijenin fotodisosiyasyonu ile oluşan aktif oksijen atomlarının oksijen molekülleri ile reaksiyona girmesi ile oluşmaktadır (Baysan ve ark. 2000).

Suda çözünen elektron verici özellikteki kimyasal maddelerle ozonun reaksiyonu sonucu ozon radikal iyonları oluşmaktadır. Geçici radikal iyonun hız protonlanması ve bir sonraki basamakta OH^- (hidroksil) iyonlarını açığa çıkarmaktadır (Baysan ve ark., 2000).

Ozonun biyolojik etkileri ozon konsantrasyonuna, ozonun dışarıya verilme süresine, ekstrasellüler ve intrasellüler antioksidanların doğası arasındaki dinamik dengeye bağlıdır (Abu-Salem 2004; Baysan ve ark., 2000; Huth ve ark., 2006; Lynch 2008; Lynch, 2009).

Dental plak içerisindeki çürük yapıcı bakterilerin sayısının azaltılması ya da çürük oluşumunun önlenmesi ve tedavi edilmesinde birçok koruyucu tedavi stratejisi bulunmakta ise de son yıllarda ozon gazı, çürük yapıcı bakterilerin sayısının azaltılmasında kullanılan alternatif non-invaziv antibakteriyel, antiviral ve antifungal bir ajan olarak karşımıza çıkmıştır (Azarpazhooh ve ark. 2008; Bezirtzoglou ve ark. 2008; Bocci 2007; Cardosa ve ark. 2008; Edward 2004; Johansson ve ark. 2009; Lynch 2009; Nagayoshi ve ark. 2004). Ozon, patojenik mikroorganizmaların üremesini engelleyerek, nötralize ederek ya da hücre duvarını yıkıma uğratarak dezenfeksiyon sağlamaktadır (Azarpazhooh ve ark., 2008; Baysan ve ark., 2000; Cardosa ve ark., 2008; Polydrou ve ark., 2006).

Bu süreç boyunca ozon, glikoproteinler, glikolipidler ve diğer amino asitlere saldırmakta ve hücrelerin enzimatik kontrol sistemlerini bloke ederek engellemektedir.

Bunun sonucu olarak; membran geçirgenliği artmakta, anahtar element olan hücre canlılık fonksiyonun durdurulmasına kadar uzanmaktadır. Sonrasında ozon molekülleri hızlıca hücreye girebilmekte ve mikroorganizmaların ölümüne sebep olmaktadırlar (Azarpazhooh ve ark. 2008; Nagayoshi ve ark. 2004).

Ozonun biyosidal bir ajan olan klora alternatif olduğu bildirilmektedir (Baysan ve ark. 2000). Klorla kıyaslandığında ozon daha düşük konsantrasyonlarda ve daha hızlı etki gösterebilmekte ve diğer dezenfeksiyon ajanları için tipik bir özellik olan tat/koku gibi yan etkilere neden olmamaktadır (Baysan ve ark. 2000). Medikal alanda ozon, uygun konsantrasyonda ve uygun uygulama süresi belirlenerek terapötik bir ajan olarak kullanılmaktadır (Baysan ve ark. 2000; Huth ve ark. 2006; Lynch 2008).

Tedavi, dişin mikrobiyal etkinliğe direncini arttırarak ve mikrobiyal etkinliği azaltarak sağlanmaktadır. Mevcut materyal ve tekniklere ek olarak ozonun terapötik etkileri diş demineralizasyonunu azaltarak olumlu sonuçlar sağlamaktadır. (Baysan ve ark. 2000; Lynch 2008). Restoratif materyaller kullanılmadan önce etkili bir düzeyde ozon, örtücü kullanarak ya da kullanmayarak çürük lezyonlarına uygulanabilmektedir. Bu yeni restoratif olmayan tedavi şekli diş çürüklerinin durdurulması ve/veya tedavi edilmesini amaçlamaktadır (Huth ve ark. 2006). Klinik çalışmalarda ozon genellikle okluzal ve kök çürüklerinin tedavisi esnasında uygulanmaktadır (Knezevic ve ark. 2007). Ayrıca ağrısız ve atravmatik bir uygulamadır (Dahnhardt ve ark. 2006; Stübinger ve ark. 2006).

1.5.7.2. Ozonun Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları

Ozon son yıllarda, mevcut tedavi stratejilerine alternatif ya da tamamlayıcı non-invaziv bir tedavi ajanı olarak önerilmektedir (Baysan ve Beighton, 2007; Bocci, 2007; Bezirtoglou ve ark., 2008). Diğer geleneksel çürük temizleme yöntemlerine ve antimikrobiyal ajanlara kıyasla uygulanması çok daha ucuz, kolay ve hızlı bir tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir (Abu-Salem, 2004; Bocci, 2007).

Ozon, kanıtlanmış güçlü antimikrobiyal etkisi, karyojenik mikroorganizmaları azaltıcı ve çürük lezyonundaki organik asitlere karşı yararlı oksidan özelliği ile diş çürüklerinin tedavisinde önemli bir yere sahiptir (Grootveld ve ark. 2006; Knezevic ve ark. 2007; Lynch 2008).

Ozon asidojenik ve asidürik mikroorganizmalardan oluşan mikrobiyal florayı normal ağız florasına çevirerek, kalsiyum, fosfat ve flor iyonlarının çürük lezyonuna difüzyonu ile remineralizasyon sürecini de sağlamaktadır (Knezevic ve ark. 2007).

Ozon okside edici bir ajandır. Demineralize dentinin remineralizasyonunu sağlayabilmektedir (Baysan ve ark. 2000; Lynch ve ark. 2004).

Abu-Naba'a ve ark. (2003), başlangıç düzeyindeki pit ve fissür çürüklerinde yaptıkları in vitro çalışmalarda lezyonlarda remineralizasyon gözlendiğini bildirmişlerdir. Holmes (2003)'ün başlangıç düzeyindeki pit ve fissür çürüklerinde ozon uygulaması sonrası 12 aylık takip sonrası remineralizasyon gerçekleştiğini bildirmiştir.

Kavitasyon oluşmuş pit ve fissür çürüklerinde ise ozon remineralizasyonu sağlamak amacıyla uygulandıktan sonra kavitenin cam iyonomer siman (CİS) veya kompozit ile restorasyonun yapılması önerilmektedir. Bunun yanında ozon, koruyucu tedavi olarak fissür örtücü uygulamaları öncesinde de uygulanabilmektedir (Holmes, 2003).

Dentin tübüllülerinin açığa çıkmasıyla oluşan ve sık rastlanan bir rahatsızlık olan dentin hassasiyeti, tübüllerdeki sıvı hareketiyle açıklanmıştır. Dentin hassasiyetinde tedavi yöntemleri genellikle direkt olarak dentin tübüllerini kapamaya yöneliktir. Ancak dentin tübüllerinde varolabilen ve hassasiyete yol açan bakteriler üzerinde bu yöntemlerin hiçbir etkisi yoktur. Ozon tedavisi ile dentin tübüllerinde varolabilecek bakteriler yok edilirken, dentin tübülleri açık hale gelir, mineral girişi

kolaylaşır. Ozon uygulamasını takiben remineralize edici solüsyon uygulanması tavsiye edilen bir yöntemdir (Lynch, 2004).

Suların saflaştırılmasında, dental cerrahi girişimler sırasında ve diş çekiminin ardından hemostazın sağlanmasında, bölgesel oksijenlenmenin artırılmasında ve bakteri üremesinin engellenmesinde (Azarpazhooh ve ark., 2008; Baysan ve ark., 2000), gazı kuvvetli dezenfeksiyon özelliği ve biyolojik olarak güvenilirliği nedeniyle protez temizleyicileri içerisinde (Abu-Salem, 2004; Azarpazhooh ve ark., 2008), başlangıç mine çürüklerinin tedavisinde (Azarpazhooh ve ark. 2008; Bocci 2007), ağız hastalıkları, implant ve endodontik tedaviler sırasında (Azarpazhooh ve ark., 2008; Cardoso ve ark., 2008), epitelyal, gingival fibroblast ve periodontal hücrelerle olan biyoyumluluğu nedeniyle de avülse olmuş dişlerin replantasyonundan önce ozonun sıklıkla kullanılabileceği bildirilmektedir (Azarpazhooh ve ark., 2008).

Her ne kadar ozon, klinik diş hekimliğinde umut verici bir tedavi yöntemi olsa da, lazerlerde olduğu gibi, bu cihazlar geleneksel dezenfektanlarla karşılaştırıldığında oldukça pahalıdır. Ozon cihazları güçlü oksitleyici etkisi ve potansiyel toksisitesi nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır (Naik ve ark., 2016).

1984 yılında Almanya’da gerçekleşen emboli nedenli ölüm vakasından sonra birçok ülkede damar içi ozon kullanımı tıbbi yetki olmadan kullanılamamaktadır. Ozonun bildirilen yan etkilerinin kullanım hatalarından kaynaklı lokal etkiler olduğu bildirilmektedir. Özellikle ozonun solunması solunum sistemi ve diğer organlar için toksik etki oluşturmaktadır. Bilinen yan etkileri arasında üst solunum yolu irritasyonları, rinit, baş ağrısı, öksürük, nadiren bulantı yer almaktadır. Bunun dışında ozonun yan etkileri yok denecek kadar azdır. İntoksikasyon durumunda hasta sırt üstü yatar pozisyona getirilir, nemli oksijen solutulur ve hastaya askorbik asit, E vitamini ve nasetilsistein verilir (Gupta, 2012).

Ozonun kullanımının kontrendike olduğu bazı durumlar bulunmaktadır.

Bunlar:

- ☐ Glukoz 6 fosfat dehidrogenaz enzim eksikliği (favizm),
- ☐ Hamilelik,
- ☐ Anjiotensin çevirici enzim (ACE) inhibitörü tedavisi görenler,
- ☐ Hipertiroidi,
- ☐ Şiddetli anemi
- ☐ Kanama bozukluğu,
- ☐ Kontrol altına alınamayan kardiyovasküler hastalıklar,
- ☐ Astım şeklinde sıralanabilmektedir (Gupta, 2012).

1.5.8. Lazerler

LASER ingilizce ‘light amplification by stimulated emission of radiation’ kelimelerinin baş harflerinin biraraya getirilmesi ile oluşturulmuş bir kısaltma olup radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi anlamına gelmektedir. Lazer ortamı olarak bilinen katı, sıvı veya gazla dolu bir odacığın, dışsal bir etken ile stimülasyonu sonucu lazer ışını oluşmaktadır (Coluzzi, 2000).

Lazerler, enerji yüklenmiş atomların foton salınımını kontrol eden cihazlardır. Bir lazer cihazında, atomları uyarılmış safhaya getirmek için ışının oluşturulacağı ‘aktif lazer ortamı’ enerji aracılığıyla pompalanmaktadır. Bu enerji, kuvvetli bir flaş ışığı veya elektriksel boşaltım şeklinde olup bu yolla çok sayıda yüksek enerjili elektron oluşturulur. Uyarılmış elektron kazandığı enerjiyi foton şeklinde salmak için daha kararlı bir yörüngeye iner. Salınan ışık partikülü, salınma anında elektronun sahip olduğu enerjiye göre belli bir dalga boyu ve bu dalga boyunu temsil eden bir renge sahip olur (Coluzzi, 2000). Elektronları eşdeğer seviyedeki iki benzer atomun saldığı fotonun rengi ve dalga boyu da aynı olacaktır. Lazer ışığının fiziksel özellikleri şöyle sıralanabilir:

1. Lazer ışığı monokromatiktir. Tek renk ve tek dalga boyuna sahiptir.
2. Lazer ışığı koherent'dir yani salınan ışık dalgası organize hareket eder.
3. Lazer ışığı doğrusaldır (Strauss, 2001).

Oluşan ışık, cihazın içerisinde lensler yardımıyla odaklanarak genellikle bir fiberoptik iletilici vasıtasıyla kullanılacak sahaya yönlendirilir. Bazı lazer sistemleri kesintisiz, sürekli lazer ışığı sağlarken bazı cihazlarda kullanılan metal perdeciklerle, ışığın pulsatif akımı sağlanır. Lazer ışığında meydana gelen bu kesinti gözle farkedilemeyecek kadar kısa zaman aralığında gerçekleşmektedir. Lazer ışığının kesikli olarak kullanımının amacı, yüksek güçte, kısa süreli atımlar uygulayarak çevre dokuların ısınması ve hasarı için gereken sürenin minimumda tutulması olarak açıklanabilir (Coluzzi, 2004).

Bir lazer cihazında, aktif ortam stimülasyon üzerine ışın oluşturmaktan sorumludur. Işınları oluşturan farklı aktif ortamlarda farklı tiplerde lazerler üretilmiştir. Bu ortamlar, erbiyum katkılı itriyum, alüminyum ve garnet lazerlerinde olduğu gibi katı halde olabilir (Er: YAG); karbondioksit (CO₂) lazerlerinde olduğu gibi gaz veya diyot lazerlerde olduğu gibi yarı iletkenlerdir.

1960'lı yıllarda klinik diş hekimliğine başlangıcından bu yana, farklı uygulamalara sahip çok çeşitli lazer türü; sert dokular, yumuşak dokular, ışıkla sertleştirme, diş beyazlatma ve dezenfeksiyon için diş hekimliği uygulamalarında kullanılmıştır (Verma ve ark., 2012). Bu lazerler arasında neodymium-doped yttrium garnet (Nd: YAG), Er: YAG, neodymium-doped yttrium alüminum perovskite (Nd: YAP), diyot, argon (KTiOP04), erbium chromium-doped yttrium scandium gallium garnet (Er,Cr:YSGG): ve potassium-titanly-phosphate (KTP) (Nazemisalman ve ark., 2015).

Lazer ışınımı bakteri hücresinin intratübüler suyunun genişlemesine neden olur ve bakteriler üzerinde termal ve foto yıkıcı etkilere neden olur, bu da hücre büyümesinde bozulmaya ve lizise neden olur (Mohan ve ark.,2016). De Sousa Farias ve ark. (2016), düşük düzeyde lazer ile antimikrobiyal fotodinamik tedavinin (aPDT)

anlamalı düzeyde olduğunu buldu. *S. mutans* biyofilmindeki canlı bakteri sayısını azaltmıştır.

Er: YAG, KTP, Diyet ve Nd: YAG lazerleri en çok kavite dezenfeksiyonu için tercih edilir (Celik ve ark., 2010). Kızılötesi ışık olan ve suyla kuvvetli absorbe edilen Er: YAG lazer tipik olarak 2940 nm dalga boyunda ışık yayar. KTP (potasyum-titanil-fosfat) lazer, Nd: YAG lazerin benzer özelliklerine sahip bir türdür. Bununla birlikte, dalga boyu Nd: YAG lazerin dalga boyunun yarısı kadardır. Öncelikle diş beyazlatma işlemi ve dentin aşırı duyarlılığı, kök kanal dezenfeksiyonu ve Nd: YAG lazer gibi yumuşak doku cerrahisi gibi bazı diş uygulamaları için kullanılır (De Moor ve Vanderstricht, 2009; Palaia ve ark., 2011). Lazerler dentin içerisinde fototermal dezenfeksiyon etkisi göstererek bakteri miktarını azaltabilir (Asnaashari ve Safavi, 2013).

Pahalı bir tedavi şekli olmasının yanı sıra, lazerler intraoral olarak kullanılmadan önce özel personel eğitimi gerektirir ve bu makineler kullanıldığında belirli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Olası göz hasarını önlemek için göz koruması, hastalar, diş hekimleri ve personel için zorunlu olmalıdır. Üreticinin talimatları, sert / yumuşak dokular üzerindeki yan etkilerden kaçınmak için yapılan her prosedür için sıkı bir şekilde uygulanmalıdır (Pohlhaus, 2018).

1.6. Dental Adeziv Sistemler

Adezyon sözcüğü ‘iki yüzeyin birleşme veya bağlanma veya her ikisini de içeren kuvvetler ile birarada tutulduğu durum’ olarak tanımlanır. Adezyon kelimesi latince kökenli ‘adhaerere’ (bağlanmak) sözcüğünden gelmektedir. Yapışılan yüzey veya maddeye “adherent” denir. Bir adeziv genellikle visköz bir sıvı materyaldir ve iki yapıyı birbirine birleştirdikten sonra katılaşarak bir yüzeyden diğerine yük aktarabilir hale gelir (Heyman, 2014). Tarihsel olarak bakıldığında dental adeziv sistemlerin gelişim süreci içerisinde 1955 yılında Buonocore’un ortaya attığı dentine bağlanma prensibi ile başlayıp, Bowen’in (1965) yüzey-aktif monomerlerin diş yüzeyine

bağlanmasını kolaylaştırabileceğini göstermesi ve Nakabayashi ve Pashley (1998)'in hibrit tabakasını açıklaması ile ileri seviyeye taşınmıştır. Bu gelişmeler dental adeziv sistemlerin tarihsel sürecinin en önemli unsurlarını oluşturmuştur.

Bağlanmanın dayanıklılığı adherentin yüzeyel özelliklerine, adezivin fiziksel ve kimyasal özelliklerine, ıslatabilirliğine, uygulanma süresine, dış etkenlere (nem, fiziksel stresler, sıcaklık değişimleri, pH) bağlı olarak değişebilir (Summitt ve ark., 2006).

1.6.1. Diş Dokularına Adezyon

Mine ve dentinin içeriği ve yapısındaki farklılıklar bağlanma özelliklerini etkilemektedir. İyi bir adezyonun ilk şartı, adezivin adherentin yüzey enerjisinden düşük olması gerektiğidir. Adezivin akıcılığının iyi olması ve dolayısıyla yüzeyi iyi ıslatması güçlü bir bağlantı için önemli bir etkidir. İdeal bir ıslatmada ise yüzeye değim açısının sıfıra yakın olması gerekmektedir (Heyman, 2014; Summitt ve ark., 2006).

1.6.1.1. Minenin Yapısı ve Mineye Bağlanma

Mine dokusu ağırlıkça %95 inorganik, %4 organik, %1 su; hacimce ise %86 inorganik, %2 organik, %12 su içeriğe sahiptir. Mine dokusu dentinden daha fazla inorganik madde içerir, daha yüksek yüzey enerjisine sahiptir, daha az su içerir. Bu özellikleri ile mine dokusu adezivlerin bağlanmasına dentinden daha elverişlidir (Moll ve ark., 2002).

Buonocore 1955 yılında yapmış olduğu çalışmada, asit uygulamasının, mine yüzeyine bağlanmayı daha uygun hale getireceğini rapor etmiştir. Bu amaçla diş dokularına farklı konsantrasyonlarda fosforik asit uygulamış ve sonuç olarak, özellikle çürükten etkilenmiş dokularda yeterli demineralizasyonun sağlanması için ideal fosforik asit konsantrasyonun %32-35 olduğunu bildirmiştir (Breschi ve ark., 2003;

Hobson ve McCabe, 2002; Macari ve ark., 2002). Günümüzde kullanılan pürüzlendirme ajanları genellikle %30-40'lık fosforik asit içermektedir. Minenin asitlenmesinin amaçları; mineyi temizlemek, minedeki smear tabakasını uzaklaştırmak, prizmatik ve interprizmatik mineral kristallerini uzaklaştırarak mikropöröziteyi ve minenin yüzey enerjisini arttırmaktır (Cardoso ve ark., 2005; Gökalp ve Kiremitçi, 2001; Macari ve ark., 2002; Van Meerbeek ve ark., 2003).

1.6.1.2. Dentinin Yapısı ve Dentine Bağlanma

Dentinin kimyasal yapısı ağırlıkça %70 inorganik, %18 organik ve %12 su; hacimce %50 inorganik, %25 organik, %25 sudur (Gökalp ve Kiremitçi, 2001; Roberson ve ark., 2002; Summitt ve ark., 2006).

Dentin içerisinde içi sıvı dolu çok sayıda tübül vardır. Tübüller iyi mineralize olmuş peritübüler dentinle sarılmıştır. Tübüller arasında mineralizasyonları peritübüler dentinden daha az olan intertübüler dentin bulunur. Hücre gövdeleri pulpa odası çeperine sıralanmış odontoblastların protoplazmik uzantıları ve dentin lenfi ile dolu olan tübüller, pulpadan başlayıp dentin içerisinde geçerek mine-dentin sınırına ulaşırlar (Montes ve ark., 2005; Moll ve ark., 2002; Roberson ve ark., 2002; Tay ve ark., 2005).

Tübüller içerisindeki sıvı intrapulpal basınç ile pulpadan dış yüzeye doğru hareket eder. Dinamik yapıda olan dentinde devamlı bir sıvı hareketi vardır (Moll ve ark., 2002). Açılmış dentinde tübüller içerisindeki sıvının pulpadan dışarıya doğru olan hareketine transdental geçirgenlik denir. Transdental geçirgenlik dentinin yapısına ve kimyasal içeriğindeki bölgesel farklılığa bağlı olarak değişkenlik göstermekte ve dentin yüzeyinin sürekli nemli olmasına neden olmaktadır (Andia-Merlin ve ark., 2001; Cardoso ve ark., 2005; Montes ve ark., 2005; Reis ve ark., 2007).

Yüzeyel dentinde %96 intertübüler dentin, %3 peritübüler dentin ve %1 su bulunurken; pulpa yakınındaki derin dentinde %12 intertübüler dentin, %66

peritübüler dentin ve %22 oranında da su bulunmaktadır (Duncan, 2003; Roberson ve ark., 2002). Ortalama mineral içeriği dentinin derinliği ile değişmemesine rağmen kollajenden zengin intertübüler dentinin miktarı dentin derinliği arttıkça azalmakta, hipermineralize peritübüler dentin miktarı ise artmaktadır. Dentinin kollajen miktarı da yüzeyel dentinden derin dentine doğru azalmaktadır (Moll ve ark., 2002; Reis ve ark., 2007). Pulpa yakınındaki dentinin hacimce %28'ini oluşturan tübüller, mine-dentin sınırındaki dentinin %4'ünü oluşturur (Montes ve ark., 2005; Pangsrisonboon ve ark., 2007). Ayrıca pulpaya yakın olan dentindeki tübül sayısı ve çapı, mine-dentin sınırındaki tübül sayısı ve çapına göre daha fazladır (Gökalp ve Kiremitçi, 2001; Roberson ve ark., 2002; Summitt ve ark., 2006).

Bu faktörlerle beraber pulpaya yakın bölgedeki dentin dokusunun daha ince olmasına bağlı olarak geçirgenliğin artması, bu bölgedeki dentin yüzeylerinde adezivlerin bağlanma dayanımının daha düşük olmasına neden olur (Gökalp ve Kiremitçi, 2001; Moll ve ark., 2002; Reis ve ark., 2007; Peumans ve ark., 2005).

Dentinin yapısında mineye göre daha fazla su ve özellikle Tip I kollajen olmak üzere daha fazla organik madde bulunması, heterojen yapısı, pulpa kaynaklı hidrostatik basınç, tübüller içerisindeki nem ve smear tabakasının varlığı, dentine bağlanmayı mineye bağlanmadan daha zor hale getirmektedir (Gökalp ve Kiremitçi, 2001; Montes ve ark., 2005; Moll ve ark., 2002; Perdigao ve ark., 2006; Reis ve ark., 2007).

Smear tabakası; kavite preparasyonu sırasında frez ya da benzeri kesici el aletleri ile yapılan işlemler sonucunda dentine yapışık bir halde ortaya çıkan ve yapısında inorganik dentin parçacıkları, denature kollajen, odontoblast uzantıları, kan hücreleri, bakteri ve tükürük içeren yapıdır. Smear tabakası yaklaşık 1-5 µm kalınlıkta olup gözenekli ve amorf görünümündedir (Roberson ve ark., 2002; Duncan, 2003; Montes ve ark., 2005; Pangsrisonboon ve ark., 2007). Bu tabaka bir difüzyon bariyeri gibi görev yaparak dentin yüzeyini örter, dentin tübüllerinin ağızlarını kısmen tıkayıp 1-2 µm'lik smear tıkaçları (smear plug) oluşturur. Böylece tübül içindeki sıvı hareketlerini ve dentin geçirgenliğini azaltır, ağız sıvılarının, mikroorganizma ve toksinlerinin pulpaya

difüzyonuna engel olur (Macari ve ark., 2002; Reis ve ark., 2007). Dentine asit uygulandığında; smear tabakası, dentinin 1-10 µm'lik mineral yüzeyi ve dentin kanallarının ağzını tıkayan smear tıkaçları uzaklaştırılır (Breschi ve ark., 2003; Montes ve ark., 2005; Tay ve ark., 2005). Asitleme sonucu kollajende oluşan nano boşlukları dolduran rezin materyal, aynı zamanda ortamda kalan hidroksiapatitlerle de karışarak yeni bir yapı oluşturur (Moll ve ark., 2002; Tay ve ark., 2005). Bağlanmanın bir kısmı, dentin kanallarının içerisine uzanan rezin uzantıları sayesinde meydana gelse de; bağlanma dayanıklılığı büyük ölçüde adeziv rezinin, demineralize intertübüler dentin ve açığa çıkmış kollajen lifleri arasına penetre olup, buraya adapte olması sonucu oluşur. Kollajen, kopolimer ve polimer ile sarılmış hidroksiapatitden oluşan rezinle güçlendirilmiş, aside dirençli bu tabakaya hibrit tabaka, oluşum sürecine de hibridizasyon denir (Nakabayashi ve ark., 1992; Dayangaç, 2000; Perdigao ve Swift, 2006; Van Meerbeek ve ark., 2006).

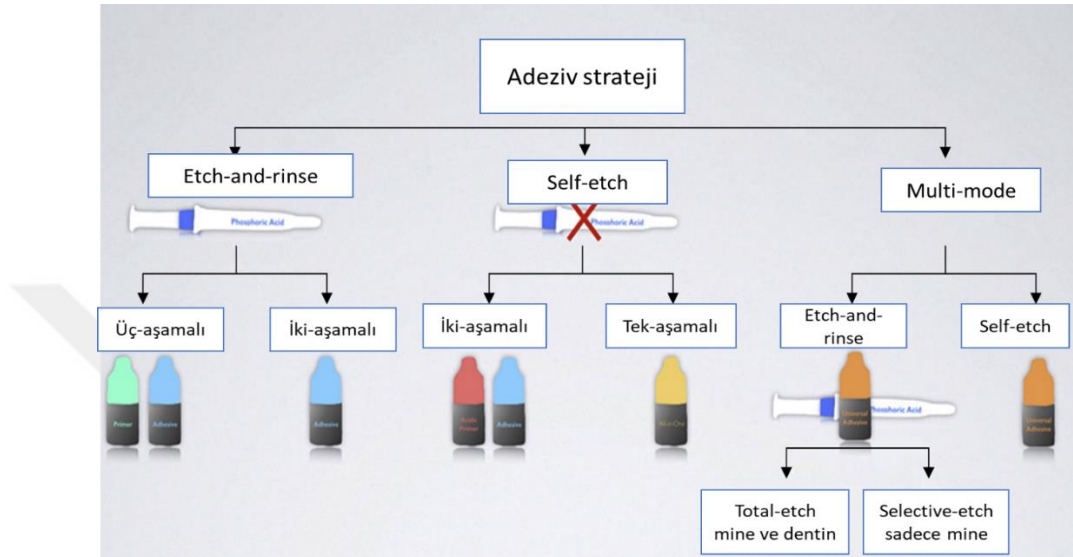
1.6.2. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması

Dentin adeziv sistemler restoratif materyali dentin ve/veya mineye bağlar. Bu sistemler asit (düzenleyici), primer ve adeziv ajandan oluşurlar. Adeziv genellikle asitlenmiş dokuya nüfuz eden ve yakın teması sağlayan, polimerize olduktan sonra mine ve dentin ile restoratif materyal arasında güçlü bağ yapan bir monomerdur (Dayangaç, 2000).

Yıllar boyunca, adeziv sistemlerde pek çok modifikasyon yapılmıştır. Her bir modifikasyon, restoratif materyal ile dentin arasındaki bağlanmayı önemli ölçüde geliştirmiştir. Üreticiler ve kullanıcılar bu değişiklikleri nesil terimi ile birbirinden ayırmışlardır (Leinfelder, 2001). Resin esaslı dolgu materyallerinin dentin ile bağlantısının gerçekleştirilmesini sağlayan dentin adeziv sistemler için kabul edilen en eski sınıflandırma sistemi, bu gelişim basamaklarına göre yapılan sınıflamadır. Ancak günümüzde dentin adeziv sistemlerin klinik uygulama biçimlerine göre sınıflandırılması daha fazla tercih edilmektedir (Van Meerbeek ve ark., 2001a).

1.6.2.1. Adeziv Sistemlerin Klinik Uygulamalara Göre Sınıflandırılması

Günümüzde klinik uygulama aşamalarına göre adeziv sistemlerin sınıflandırılması Şekil 1.8 ‘de gösterilmektedir (Sezinando, 2014).



Şekil 1.8. Klinik uygulama aşamalarına göre adeziv sistemlerin sınıflandırılma

1.6.2.1.1 Total-Etch Adeziv Sistemler

Total-etch mine ve dentinin tipik olarak fosforik asit ile pürüzlendirilmesi tekniğidir. Swift ve ark.'ları (1995), dentinin asitle pürüzlendirilmesinin ilk kez 1966 yılında Fusayama tarafından kullanıma sunulduğunu, ancak total-etch fikrinin 1990'larda kabul gördüğünü bildirmişlerdir.

Dentin dokusuna asit uygulaması ile gerçekleşen mikromekanik tutuculuk, rezin-dentin bağlantısındaki en önemli mekanizmadır. Aynı anda fakat farklı sürelerde mine ve dentine genellikle % 30-40 fosforik asit uygulaması ile smear tabakasının, tamamen veya kısmen kaldırılması ile dentin dokusunda 3-5 µm veya daha fazla derinlikte demineralizasyon alanı oluşmaktadır (Summitt ve ark., 2006). Ayrıca asit uygulaması dentin kanallarının ağzlarının açılmasına, kollajen fibrillerin açığa çıkarılmasına, intertübüler dentinin porözitesinin artmasına neden olur. Kullanılan

asidin tipine, uygulama süresine, konsantrasyonuna, pH derecesine göre demineralizasyonun derinliği farklılık göstermektedir (Nakabayashi ve Pashley, 1998). Primer uygulaması dentinin ıslanabilirliği ve yüzey gerilimini artırarak dentinin adeziv penetrasyonu için hazır hale gelmesini sağlamaktadır (Erickson, 1992; Van Meerbeek ve ark., 2001a). Total-etch adeziv sistemler üç basamaklı ve iki basamaklı olmak üzere iki ana grup altında incelenebilir.

Üç basamaklı total-etch sistemler: Kimyasal kompozisyonları ve uygulama teknikleri bir materyalden diğerine farklılıklar göstermesine rağmen bu adeziv sistemler üç ana basamak içerirler (Swift ve ark., 1995). İlk adım, fosforik asit (%30-40'luk) uygulamasıdır. Bu işlem 'inorganik dokuyu etkileyerek dentin tübüllerini açar, intertübüler ve peritübüler dentini dekalsifiye eder. Daha sonra asit su ile yıkanarak smear tabakası uzaklaştırılır. İkinci adım, bir veya daha fazla bifonksiyonel rezin monomerle birlikte, aseton, etanol ve su gibi çözücülerden bir veya birkaçını içeren primer uygulamasıdır. Üçüncü adımda adeziv sistem uygulanır ve primer uygulanmış dentine penetre olur. Tipik bir adeziv sistem Bis-GMA (Bisfenol-A Glisidil Metakrilat) içerir, ancak birçok adeziv sistem ıslanabilirliği artırmak için daha hidrofilik bir rezin olan HEMA (2-Hidroksietilmetakrilat) da içermektedir (De Munck ve ark., 2005).

Asit, primer, adeziv uygulamasının birbirini takip ederek uygulandığı üç aşamalı etch-rinse adeziv sistemlerin teknik hassasiyet gerektirmesi, uygulama zamanının fazla olması nedeni ile kullanım kolaylığı sağlamak amaçlı basitleştirilmiş iki aşamalı etch-rinse adeziv sistemler geliştirilmiştir. Bu adeziv sistemlerde primer ve adeziv tek aşamada uygulanmaktadır. Ancak yapılan birçok in vitro ve klinik çalışmalarda üç aşamalı etch-rinse adeziv sistemlerin iki aşamalı etch-rinse adeziv sistemlere göre daha yüksek performans gösterdiği bildirilmiştir (Pashley ve ark., 2011).

Bu adeziv sistemlerin başarıyla uygulanmasında nemli bağlanma tekniği oldukça önemlidir. Nemli bağlanma tekniğinde asit uygulandıktan ve yıkandıktan sonra dentin yüzeyi tamamen kurutulmaz, hafif nemli bırakılır. Böylece kollajen fibrillerin çökmesi önlenir. Adeziv rezin içeriğindeki aseton ya da etanol çözücü su ile

yer değiştirerek kollajen ağ içerisine rezinin penetrasyonu gerçekleşir. Bu adeziv sistemlerin başarıyla uygulanmasında nemli bağlanma tekniği oldukça önemlidir. Aşırı nem primeri sulandırarak etkisinin azalmasına, hibrit tabakası içindeki rezinin polimerizasyonunun tam olarak gerçekleşmemesine, pöröz yapı oluşumuna ve suyun kalmasına neden olarak, bağlanma dayanımı olumsuz yönde etkilenir (Perdigao ve Swift, 2006).

İki basamaklı total-etch sistemler: Üç basamaklı total-etch sistemlerin uygulama basamaklarını azaltmak amacıyla, üreticiler bu sistemleri basitleştirme yoluna gitmişler ve birçoğu ‘one-bottle’ olarak adlandırılan ve primer ve adeziv sistemi birleştirmeyi amaçlayan tek şişe sistemleri geliştirmişlerdir. Bu sistemler ‘iki basamaklı total-etch’ sistemler olarak da adlandırılabilir. Multi-bottle olarak adlandırılan üç basamaklı total-etch sistemler ile benzer olarak bu sistemler de ilk adım olarak asitle pürüzlendirme gerektirirken, farklı olarak primer ve adeziv sistem aşamaları tek şişede birleştirilmiştir. Tek şişe adeziv sistemler aseton, etanol veya su gibi çözücülerle çözünmüş hidrofilik ve hidrofobik rezinlerin karışımını içerir ve bağlanma mekanizmaları üç basamaklı total-etch sistemlerle aynıdır (Lopes ve ark., 2006).

Total-etch sistemlerde, kesilmiş dentin yüzeyine fosforik asit uygulandığında, hidroksiapatitin kalsiyum fosfat bileşeni çözünür. Böylece, intertübüler ve peritübüler dentin bölgeleri, kesilmiş tübüleri ve kollajen fibril ağını çıplak ve desteksiz bırakarak, genellikle 5-10 µm derinliğe kadar demineralize olur (Jacobsen ve Soderhol, 1995). Kollajen fibrillerin ve dentin tübüllerin böyle açıkta kalması, adezyonu esas olarak oluşturan mikro-mekanik bağlantı formasyonu oluşumu için gereklidir (Kugel ve Ferrari, 2000).

Bis-GMA, gibi hidrofobik rezin monomerler ve nispeten daha az hidrofobik olan TEGDMA (Tri Etil Glikol Dimetakrilat), bu potansiyel adezyon alanlarına ulaşmak için su ile rekabet edemezler. Bu nedenle, adeziv uygulanmadan önce, içerisinde etanol veya aseton gibi uçucu bir çözücü içerisinde çözünmüş, amfifilik bir rezin monomer, yaygın olarak HEMA içeren primer uygulanır (Jacobsen ve Soderhol, 1995). HEMA,

polar hidroksil grubu sayesinde, su molekülleri ile yarışarak, dentinin kollajenleri içerisindeki mikro gözeneklere ulaşmak için rekabet edebilir (Chersoni ve ark., 2004; Jacobsen ve Soderhol, 1995; Nakabayashi ve Takarada, 1992). Bu amfifilik monomerin hidrofobik parçaları, üzerine başka bir düşük viskoziteli metakrilat esaslı bonding ajan uygulanıncaya kadar bağlanmadan kalır (Jacobsen ve Soderhol, 1995; Nakabayashi ve Takarada, 1992).

1.6.2.1.2 Self-Etch Adeziv Sistemler

Self-etch adeziv sistemler mine ve dentini aynı anda asitleyen ve primer uygulayan asidik monomerler içermektedir (Perdigao ve ark., 2006). Bağlanma mekanizması diş sert dokularının yüzeyinin kimyasal yapısını değiştirme esasına dayanmaktadır; mine veya dentin yüzeyi kısmen çözülür ve oluşan pörözitelere rezinin infiltrasyonu gerçekleşir. Bu adeziv sistemlerde monomerlerin uygulanması ile elde edilen demineralizasyon derinliği penetrasyon derinliği ile aynıdır (De Munck ve ark., 2005).

İki aşamalı self-etch adeziv sistemlerle asidik primer ve adeziv iki ayrı aşamada uygulanırken tek aşamalı self-etch adeziv sistemlerde asit, primer ve adeziv aynı anda uygulanarak klinik uygulama aşamaları azaltılmış ve hekimin daha kolay uygulayacağı bir hale getirilmiştir. Ancak basitleştirme işlemi ile tek aşamalı self-etch adeziv sistemler aşırı derecede hidrofilik yapı sergilemektedir. Polimerizasyondan sonra yarı geçirgen bir membran gibi davranmakta, polimerize olmuş adezivin geçirgenliği artmakta, adeziv arayüzey boyunca yapısal bozunma oluşmaktadır (Breschi ve ark., 2008). Bu adeziv sistemlerde su ağacı görünümünde su kitleleri; adeziv ve hibrit tabakada suyun geçişine izin veren nanosızıntı oluşumu saptanmıştır (Tay ve ark., 2002; Tay ve Pashley, 2003a). Ayrıca yapılan birçok in vitro ve klinik çalışmalarda iki aşamalı self-etch adeziv sistemlerin tek aşamalı self-etch sistemlere göre üstün performans gösterdiği bildirilmiştir (Van Meerbeek ve ark., 2011).

Uygulama adımlarının yanı sıra, self-etch sistemler asitlerinin pH değerlerine göre de kuvvetli, orta kuvvetli, hafif ve ultra hafif self-etch sistemler olarak alt gruplara da ayrılabilir. Güçlü self-etch adeziv sistemlerin pH değerleri 1 ve altındadır. Dentinde bu asit düzeyi kollajeni açığa çıkarır ve neredeyse tüm hidroksiapatiti çözer. Orta seviyedeki self-etch sistemlerde pH 1.5 civarındadır ve dentinde ancak 1 µm derinliğinde demineralizasyon sağlarlar. Bu yüzeysel demineralizasyon sonucu hidroksiapatit kristalleri kollajen ağı tutunmaya devam eder. Total-etch sistemlerin aksine bu sistemler, smear tabakasını tamamen çözmez veya ortadan kaldırmaz (Christensen, 2001; Frankenberger ve ark., 2001; Leinfelder, 2001; Van Meerbeek ve ark., 2001b). Asiditelerine göre:

1. Ultra hafif SE adezivler ($\text{pH} \geq 2.5$)
2. Hafif SE adezivler ($\text{pH} \geq 2$)
3. Orta kuvvetli SE adezivler ($\text{pH} \approx 1.5$)
4. Kuvvetli SE adezivler ($\text{pH} \leq 1$) (De Munck , 2004).

1.6.2.1.3. Universal Adeziv Sistemler

Dental adeziv sistemler diş dokusuna olan bağlanma yaklaşımlarına göre etch-rinse ve self-etch adeziv sistemler olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Günümüz diş hekimliğinde hem etch-rinse hem de self-etch adeziv olarak uygulanabilen, "universal" veya "multi-mode" olarak adlandırılan yeni adeziv sistemler üretici firmalar tarafından geliştirilmiştir. Üretici firmalar tarafından her iki yaklaşımda kullanılması ile bağlanma dayanımını olumsuz yönde etkilemediği, tek aşamalı self-etch adezivlerin yaklaşımına benzer şekilde tek şişede dizayn edildiği bildirilmiştir (Wagner ve ark., 2014). Böylece hekimin kavite ve uygulayacağı restorasyona en uygun olan adeziv tekniğini seçmesine imkan sağlanmış, geleneksel adeziv sistemlerin nemli dentin dokusuna bağlanma sırasındaki teknik hassasiyet gibi dezavantajlarının ortadan kaldırılması amaçlanmıştır (Hanabusa ve ark., 2012; Mena-Serrano ve ark., 2013; Munoz ve ark., 2013; Perdigao ve ark., 2012).

Etch-rinse adeziv sistemlerin dentinin nemli ve heterojen yapısına bağlanması sırasında teknik hassasiyet nedeniyle problemler yaşanmakta, rezin monomeri demineralizasyon derinliğinin tamamına penetre olamamaktadır (Breschi ve ark., 2008; Erickson ve ark., 2009; Reis ve ark., 2007). Self-etch adeziv sistemler ise mine yüzeyinde fosforik asit kadar derin demineralizasyon yapamamaktadır. Kuvvetli asidik yapı gösteren self-etch adeziv sistemler etch-rinse adezivlere benzerlik gösterse de diğer adeziv sistemler aynı etkiyi gösterememekte; mineye olan düşük bağlanma değerleri nedeniyle başarısızlıklar görülmektedir (Kanemura ve ark., 1999; Munoz ve ark., 2013; Perdigao ve ark., 1997). Bu nedenle özellikle orta asiditeye sahip self-etch adeziv sistemlerde minenin asitlenmesi önerilmektedir (Peumans ve ark., 2010). Mine dokusunda etch-rinse uygulanmasıyla birlikte dentin dokusuna basitleştirilmiş self-etch adeziv uygulaması ile gerçekleşen kimyasal bağlanmanın avantajları bir arada sağlanmaktadır. Ancak klinik olarak fosforik asitin dentine ulaşmadan sadece mine marjinlerine uygulanması özellikle düşük viskoziteli asitler kullanıldığında oldukça zordur (Munoz ve ark., 2013). Ayrıca fosforik asitin ideal olan uygulama süresince dikkat edilmediğinde inorganik yapıyı oluşturan hidroksiapatit daha fazla uzaklaştırılmakta (Bouillaguet ve ark., 2001), dentine olan bağlanma dayanımı olumsuz yönde etkilenmektedir (Torii ve ark., 2002; Van Landuyt ve ark., 2006). Universal adeziv sistemler, tüm bu dezavantajları ortadan kaldırmak ve başarılı bir adezyon sağlamak amacı ile üretilmiştir (Hanabusa ve ark., 2012). Universal adeziv sistemler oldukça yeni adeziv sistemler olup dentine olan erken dönem bağlanma dayanımları ve ultramorfoloji analizi ile ilgili pek çok çalışma literatürde yer almaktadır (Hanahusa ve ark., 2012; Perdigao ve ark., 2012).

Universal adeziv sistemler, daha önceki adeziv jenerasyonların içeriğindeki elemanların bir araya getirmesiyle geliştirilmiş sistemlerdir. Bunlar; pulpa-dentin kompleksi ile biyouyumlu ve klinik uygulama süresi ile pratik uygulamaya sahip, diş dokusu ve dental restoratif materyaller ile kuvvetli bağlanmayı sağlayan stabil adeziv bir yapı oluşturmak için; asidik rezin monomerler, bağlanmayı sağlayan çapraz bağlayıcı rezin monomerler, mono fonksiyonel rezin monomer, co-solventler, yapıya özgü spesifik maddeler, solventler, katalizörler ve gerekli durumlarda modifiye edici nanodolduruculardır (Chen ve ark., 2015).

Universal adeziv sistemler monomer içeriklerine göre farklılık göstermektedir. Bunlardan bazıları self-etch özellikleri nedeniyle dentin ve mineye kimyasal olarak bağlanabilmesini bazıları da bu sistemlerin asiditesini sağlamaktadır. Bu monomerler mine ve dentin arasındaki kimyasal bağlanmanın daha stabil ve uzun ömürlü arayüzey bağlantısı oluşmasında önemli rol oynamaktadırlar (Erickson ve ark., 2009).

1.7. Bağlanma Testleri

Yeni geliştirilen dental ürünlerin klinik pratikte kullanımından önce in vitro şartlarda çeşitli test yöntemleriyle değerlendirilmesi gerekmektedir. Materyalin test edilmesi adına klinik çalışmalarda uygulanması uzun zaman gerektirmesi ve maliyetinin yüksek olması nedeniyle bu testler in vitro şartlarda gerçekleştirilir. Adeziv sistemlerin değerlendirmesinde bağlantı testleri kullanılmaktadır. Bağlanma dayanımlarını mine ve dentin üzerinde test etmek için makaslama (shear), mikro-makaslama (micro-shear), gerilim (tensile) ve mikro-gerilim (micro-tensile) gibi test metotları kullanılır. Gerilim ve makaslama kuvvetleri restorasyonun ağız içerisinde maruz kalacağı olası kuvvetleri taklit etmek için geliştirilmiştir (Ayaz ve ark., 2011). Gerilim testleri diş yüzeyine dik olarak gelen kuvvetleri, makaslama bağlanma dayanım testleri ise diş yüzeyine paralel gelen kuvvetleri değerlendirir.

1.7.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı

En çok kullanılan test metotlarından biridir. Makaslama bağlanma dayanımı bıçak sırtı şeklinde aparatla veya silindirik kompozit bloğuna dentin yüzeyine paralel yerleştirilen bonding jig (Ultradent Products, Inc) aparatı vasıtasıyla uygulanır. Bu aparat bağlantıyı içeren iki yüzeye paralel gelecek şekilde uygulanır. Diş yüzeyine paralel gelen kuvvetler makaslama stresi olarak tanımlanır. Kuvvetin hesaplaması elde edilen maksimum kuvvetin yüzey alanına bölünmesiyle hesaplanır. Bu test yöntemi büyük yüzey alanına sahiptir. Bu nedenle rezin-dentin arayüzünde stres dağılımları eşit değildir (Perinka ve ark., 1992). Böylece rezin-dentin arayüzeyinde bölgesel stres alanları oluşarak kırılmalar buradan başlar. Makaslama testlerinin avantajları;

örneklerin hazırlanmasının çekme kuvveti testlerinden daha kolay olması, düzeneğin hazırlanmasının basit olması ve bağlanma dayanımının ölçmede etkili bir yöntem olmasıdır

1.7.2. Mikro-makaslama Bağlanma Dayanımı

Mikro-gerilim test metodu gibi mikro-makaslama bağlanma dayanımı testi küçük alanlardaki rezin-dentin bağlanma kuvvetlerini ölçmede kullanılan bir yöntemdir. McDonough ve ark. 2002 yılında mikro-makaslama testini tanıtmışlardır. Diş dokusu ya da bir materyal üzerine bağlanan 1 mm^2 'den daha küçük örnek ince bir tel vasıtasıyla diş yüzeyine paralel kuvvet uygulanarak gerçekleştirilir. Mikro-makaslama testinde herhangi biri şekillendirme basamağı olmaması nedeniyle başarısızlık ihtimali daha azdır (Senawongse ve ark., 2004). Bu test yönteminde dişlerin koronal 2/3'lük kısmı ya da bukkal ya da lingual yüzeyleri kaldırılarak düz dentin yüzeyi elde edilir. Ardından test edilecek adeziv sistem ve restoratif materyal uygulanır. Tam olarak rezin-dentin arayüzeyinin birleşimine paralel makaslama kuvveti uygulanır (McDonough ve ark., 2002). Makaslama ve gerilim bağlanma dayanım testlerine göre avantajları vardır;

1. Bir diş üzerinde çok fazla sayıda rezin-dentin örneği elde edilir.
2. Diş yüzeyinde çok küçük alanlardaki çürük dentin, sklerotik dentin ve mine gibi dişin farklı dokularında bağlanma test edilebilir.
3. Bağlanma alanı küçük olduğundan daha az olumsuzluklar mevcuttur (mikro aralıklar ve hava kabarcığı vs.).
4. Aynı dişin mine, dentin ve sement gibi farklı bölgelerinin bağlanma özellikleri test edilir (Perdigao ve Swift, 2011).
5. Kopma yüzeylerinin çok küçük olması SEM ile incelenmesini kolaylaştırır.

1.7.3. Mikro-gerilim Bağlanma Dayanımı

Mikro-gerilim bağlanma testi 1994 yılında tanıtılmıştır. 1 mm² gibi küçük yüzeylerde bağlanma dayanımını çekme kuvvetiyle ölçen test yöntemidir (Sano ve ark., 1994). Bu yöntemde alan küçük olduğundan ara yüzeydeki stres dağılımı daha iyidir.

Bu test yönteminin dezavantajı ise örnek hazırlamanın zaman alması, laboratuvar işlemlerinin zor olması ve teknik hassasiyet gerektirmesidir (Pashley ve ark., 1995). Bundan dolayı mikro-gerilim bağlanma dayanımları etkilenmektedir. Örneklerin hazırlanması sırasında rezin-dentin kompleksinin kesme işlemi sırasında oluşan vibrasyon nedeniyle bağlantı başarısızlığı oluşabilmektedir. Ayrıca bu test için çubuk, kum saati ve dambıl gibi farklı konfigürasyonlar oluşturulması ve örneklerin hızla dehidrate olması başarısızlık ihtimalini daha da artırır (Pashley ve ark., 1995; Totu, 2006).

1.8. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM)

Taramalı elektron mikroskobu (TEM) elektron demetinin örneği taramasına dayalı bir metottur. Bu mikroskopta uygun bir saptırıcı düzenek aracılığıyla bir elektron demetinin incelenecek yüzeyi sürekli olarak taraması sağlanır. TEM, örneğin üzerindeki birincil elektron demetinin uyarılması ile saçılan düşük enerjili ikincil elektronları toplayarak görüntü üretir. TEM içerisinde elektron demeti örnek içerisinden tarama yaparak geçerken, lateral ışın pozisyonuna göre sinyalleri toplayan detektörler görüntünün haritasını oluştururlar (Goodhew ve ark, 2001). Bu sayede TEM kullanımı ile araştırılan objelerin topografik görüntülerini de elde etmek mümkündür. Genel çalışma prensibi örneğe odaklanmış elektron probu, deflektör sarmalları ve ikincil elektronları ya da diğer sinyalleri toplayan dedektörler ile elde edilen verilerin monitöre aktarılmasıdır.

TEM ile görüntü alınırken yüzeye çarpan elektronlar ikincil elektronların fırlamasına yol açar. Bu ikincil elektronlar, elektronların çarpmasıyla kısa süreli ani ışık parlamaları oluşturan kristale gönderilir. Kristalde ortaya çıkan parlamalar bir lamba aracılığıyla elektrik sinyaline dönüştürülür ve başka bir lambanın ekranında yüzeyin yapısını gösteren bir görüntü elde edilir ve bunların sonucunda incelenen örneğin TEM görüntüsü elde edilmiş olur (Önal ve ark, 2003).

TEM örnekleri üç boyutlu inceleme imkanı sağlayan bir elektron mikroskobudur. Gerek ayırım gücü, gerek odak derinliği ve gerek görüntü ve analizi birleştirme özelliği taramalı elektron mikroskobunu araştırma ve incelemeler de geniş ölçüde kullanılan bir aygıt haline getirmiştir. Bunun yanında mikro işlemci ve bilgisayarların mikroskopla birlikte kullanılmaları cihaza kullanım kolaylığı sağlamıştır. İncelenen numunelerin yüzey özellikleri kesin ve daha ayrıntılı olarak görüntülenebilmektedir (Agematsu ve ark, 1997; Al-Nazhan, 2004; Babay, 2001; Breschi ve ark., 2003a; Breschi ve ark., 2003b). Arnold ve ark. TEM ile yapılan yüzey analizinin demineralizasyon ve remineralizasyonda lezyonların değerlendirilmesinde güçlü bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (Arnold ve ark, 2003).

1.9. Amaç

Günümüzde restoratif diş hekimliğinde kavite dezenfektanlarının kullanımı daha yaygın hale gelmiştir. Bizim çalışmamızın amacı da güncel konulardan biri olan kavite dezenfektanlarının farklı etching modlarda uygulanan universal adezivlerin μ SBS'e etkisinin incelenmesidir.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu onayını almıştır (36290600/07). Araştırmamız, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

2.1. Örneklerin Toplanması, Diş Yüzeylerinin Hazırlanması

Bu in vitro çalışma için yakın zamanda profilaktik amaçla çekilmiş 88 adet gömülü üçüncü molar dişi Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Hastalıkları Cerrahisi Anabilim Dalı kliniklerinden toplanmış ve deney zamanına kadar, dentin geçirgenliğini koruyabilmek için, cam kavanoz içinde distile su ile 4° C de saklanmıştır.

Diş taşı ve yumuşak dokular keskin bir el aleti ile uzaklaştırılmıştır. Oklüzal mine, düz dentin yüzeyleri elde etmek için su soğutma altında bir kesme makinesi (Micracut 201, Metkon, Türkiye) (Şekil 2.1) ile çıkarılmıştır ve daha sonra kendiliğinden sertleşen bir akrilik rezin içine gömülmüştür. Ortaya çıkan oklüzal dentin yüzeyleri, standart bir smear tabakası oluşturmak için su soğutması altında 600-grit silikon karbid kağıdı ile aşındırılmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Micracut 201, Metkon, Türkiye)



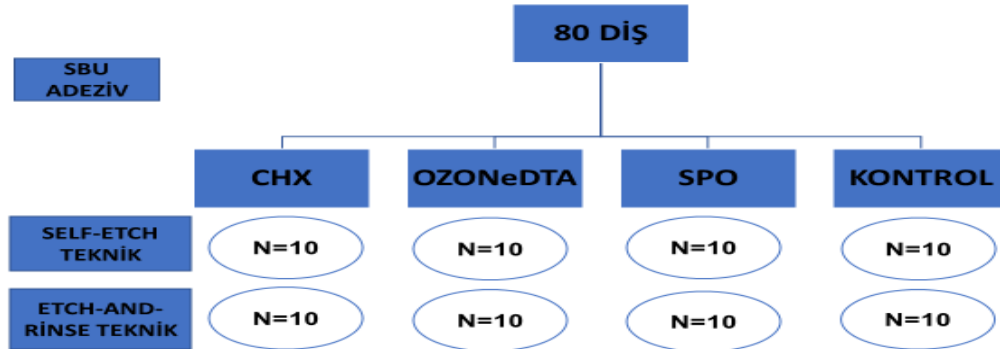
Şekil 2.1. Mikrocut cihazı ile kesilerek açığa çıkmış oklüzal dentin yüzeyleri

2.2. Örneklerin Gruplandırılması ve Restorasyon Prosedürleri

Çalışma için gerekli olan örneklem büyüklüğü G*Power 3.1 programı ile $\beta=0,80$, $\alpha=0,05$ ve yapılan literatür araştırması sonucunda (tez önerisi, makale, kaynakça) etki büyüklüğü=0,40 alınarak F testi için yapılmış olup toplamda minimum 73 örnek (her grupta n=9) alınması gerekmiştir. Parametrik olmayan testler ve çalışma dışı kalabilecek durumlar içinde ilave %10'luk örneklem alınması planlanarak her grupta n=10 örneklem ile çalışılmıştır

80 diş 3 farklı kavite dezenfektanı (OzoneDTA, CHX, SPO), ve herhangi bir dezenfeksiyon işlemi uygulanmayan kontrol grubu olacak şekilde 4 ana gruba ve her ana grupta universal adezivin etch-and -rinse ve self-etch teknikle uygulanmasına göre 2 alt gruba ayrılarak rastgele dağıtılmıştır (n=10) (Tablo 2.1). Her gruptan birer adet örnek TEM görüntüsü için hazırlanmıştır.

Tablo 2.1. Örneklerin Gruplandırılması



Tablo 2.2. Çalışmada kullanılan kavite dezenfektanları, adeziv ve restoratif materyallerin içerikleri, üretici firmaları ve uygulanma şekilleri

ÇALIŞMADA KULLANILAN MATERYALLER		İÇERİK	UYGULANMA ŞEKİLLERİ	ÜRETİCİ
KAVİTE DEZENFEKTAN LARI	CHX	2% Chlorhexidine gluconate	CHX ile örneklerin dentin yüzeyleri, 60 sn boyunca steril edilmiştir. CHX fazlalıkları steril pamuk peletlerle uzaklaştırılmıştır	Bisco Inc, Schaumburg, ABD
	SPO	50-80 mg/L hypochlorous acid	SPO ile örneklerin dentin yüzeyleri, 60 sn boyunca steril edilmiştir. SPO fazlalıkları steril pamuk peletlerle uzaklaştırılmıştır	Medilox,Turkey
	OZONEDTA	Ozone	Dentin Yüzeyi 3 nolu prop uç kullanılarak 90 sn boyunca steril edilmiştir..	Apoza Enterprise CO., LTD. Taiwan
ADEZİV	SBU	MDP* fosfat monomer, bis-GMA, HEMA**, Dimetakrilat, metakrilat-modifiye polialkenoik asit kopolimeri, doldurucu, etanol, su, inisiyatorler, silan	20 s adeziv uygulanması, 5s hava ile hafifçe kurutma ,10 s süre led ışık cihazı ile polimerize edilmiştir.	3M ESPE, St Paul, ABD
KOMPOZİT	CLEARFIL MAJESTY Flow	TEGDMA, hydrophobic aromatic dimethacrylate silanated barium glass, silanated silica (75.0 wt%, 59.0 vol%)	1.5 mm uzunluğunda ve 0,8 mm çapında polietilen tüpler yerleştirilerek, içerisine kompozit rezin yerleştirilmiştir, 20 s süre led ışık cihazı ile polimerize edilmiştir.	Kuraray Noritake Dental Inc.

Etch-and-rinse teknik için %35'lik fosforik asit (K-ETCHANT Syringe, Kuraray Noritake Dental Inc.) 15 sn süreyle uygulanmıştır. Ardından dentin yüzeyleri 15 sn süre ile su ile yıkanarak, uygulanan asitin yüzeyden tamamen uzaklaştığından emin olunmuştur. Yıkanan dentindeki su hafifçe hava ile kurutma ya da pamuk peletler ile uzaklaştırılmıştır. Self-etch teknik için, asit uygulaması yapılmamıştır

Universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında, örnekler asitleme işleminden sonra kavite dezenfektanları ile muamele edilmiştir.

OzoneDTA cihazı (Apoza, TAIWAN) (Şekil 2.3) ile örneklerin dentin yüzeyleri, üretici firmanın talimatları doğrultusunda 3 nolu prop uç (Şekil 2.4) kullanılarak 90 sn boyunca uygulanmıştır.



Şekil 2.3. OzoneDTA Cihazı



Şekil 2.4. OzoneDTA Cihazının Prop Uçları

CHX ((%2, Bisco, SCHAUMBERG) (Şekil 2.5.) ile örneklerin dentin yüzeyleri, üretici firmanın talimatları doğrultusunda 60 sn boyunca uygulanmıştır. CHX fazlalıkları siteril pamuk peletlerle uzaklaştırılmıştır.



Şekil 2.5. CHX (%2, Bisco, Schaumberg)

SPO (Medilox, TÜRKİYE) (Şekil 2.6.) ile örneklerin dentin yüzeyleri, üretici firmanın talimatları doğrultusunda 60 sn boyunca uygulanmıştır. SPO fazlalıkları steril pamuk peletlerle uzaklaştırılmıştır.



Şekil 2.6. Süper-okside Su (Medilox)

Kavite dezenfektanı uygulanan yüzeylere Single Bond Universal (SBU) (3M ESPE, St Paul, ABD) adeziv üretici firmanın tavsiyesi doğrultusunda uygulanarak 10 sn süreyle LED ışık cihazı (SDI Raddi Plus, SDI Limited, Avustralya) ile polimerize edilmiştir.

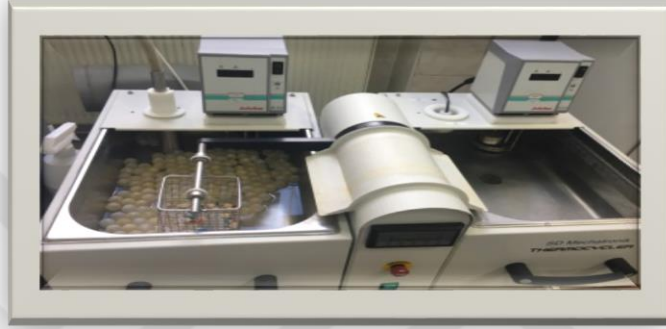
Kavite dezenfektanı uygulamasından sonra adeziv uygulanan yüzeylere 1.5 mm uzunluğunda ve 0,8 mm çapında polietilen tüpler (Unomedical, Conva-Tec Limited, İngiltere) yerleştirilerek, içerisine kompozit rezin (Clearfil Majesty Flow A2, Kuraray Noritake Dental Inc.) yerleştirilmiş (Şekil 2.7) ve 20 sn süreyle polimerize edilmiştir. Ardından polietilen tüpler bistüri yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Tüm deney basamakları oda sıcaklığında, tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.7. Kompozit Resin Yerleştirilmiş Örnek

2.3. Termal siklus ile yaşlandırma

80 örnek termal siklusda yaşlandırma işlemine tabi tutulmuştur. Banyo sıcaklığı 5-55° C (+/- 2° C), sikluslar arası bekleme süresi 30 sn ve kuruma süresi 10 sn olarak standardize edilmiştir. Elektronik bir termal siklus cihazı (Thermocycler the 1100, SD Mechatronik, Almanya) kullanılarak 10.000 siklus uygulanmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Termal Siklus Cihazı

2.4. Mikro-makaslama Bağlanma Dayanımı (μ SBS) Analizi

Mikro Makaslama bağlanma dayanımları universal test cihazı ile ölçülmüştür (Z010, Zwick, Ulm, Almanya) (Şekil 2.9) . Adeziv arayüze, keski şeklindeki bir yükleme cihazı vasıtasıyla 1 mm/dk'lık hızda kesme kuvveti uygulanmıştır. Kopma yükü kaydedilmiştir.



Şekil 2.9. Universal Test cihazı

2.5. Kırılma Tipinin Değerlendirilmesi

Mikro-makaslama testi uygulanan kopan bölge, başarısızlık tipi analizi için 25 büyütmede steromikroskop (M3Z, Leica Microsystems, Wetzlar, Almanya) ile değerlendirilmiştir (Şekil 2.10.). Kırılma tipleri, dentin-kompozit bağlantı noktası içinde olmuşsa adeziv kırılma, diş dokusunda ya da kompozitte olmuşsa koheziv kırılma, hem diş dokusunda ve adezivde kırılma meydana gelirse mix kırılma olarak kabul edilip değerlendirilmiştir.



Şekil 2.10. Işık Mikroskobu

2.6. TEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi

Her grup için, mikro-makaslama bağlanma örnek hazırlama prosedürleri ile aynı şekilde her grup için 1 örnek hazırlandı, bu örneklerin hazırlanmasında 5 mm çapında

tüpler kullanıldı. Örnekler düşük hızlı bir kesme makinesi kullanılarak mesio-distal yönde iki yarıya kesildi. 24 saat sonra, kesilmiş yarımların yüzeyleri sırasıyla 600-, 800- ve 1200 gridlik aşındırıcı kağıt ile cilalandı. Sonrasında TEM değerlendirilmesi yapılacak yüzeylere 5 saniye boyunca % 35 fosforik asit uygulandı ve su ile yıkandı, ardından 5 dakika boyunca % 5 sodyum hipoklorit içine daldırıldı ve distile suyla durulandı. TEM analizinden önce örnekler iki gün boyunca desikatörde kurutuldu. Yüzeyler daha sonra 5 nm altın / paladyum parçacıkları (EMS150R S Sputter Coater, Elektron Mikroskopi Bilimleri, Hotfield, ABD) ile püskürtülerek kaplandı. Tüm numunelerinin dentin-adeziv arayüz yapıları TEM (FEI Inspect F50 FEQ, Thermo Fisher Scientific Inc., Oregon, ABD) ile analiz edilmiş ve fotoğraflanmıştır. TEM incelemeleri, X2000, X3000 ve X5500 büyütmede incelenmiştir.

2.7. İstatiksel Değerlendirme

Çalışmanın verileri yaygın olarak kullanılan IBM SPSS 20 ((20.0, SPSS, Chicago, IL, ABD) programı ile analiz edilmiştir. Tüm değişkenler için betimsel istatistikler ve grafikler verilmiş olup, çalışmanın analizinde verilerin dağılımına göre grupların karşılaştırılmasında varyans analizi (F Testi) ve bağımsız örnek T Testi kullanılmış , ayrıca çalışmamızda yer alan faktörlere ilişkin Faktöriyel Varyans Analizi (İki yönlü Varyans Analizi) kullanılarak faktörlerin ana etkisi ve birbirleri ile olan etkileşimlerine bakılmıştır. Verilerin parametrik testlere ait varsayımları sağlamaması durumunda ise (normallik, varyansların homojenliği, vb.) parametrik olmayan test Kruskal Wallis H testi ve Mann Whitney testi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov Smirnov testi ile yapılmıştır. Ardından çoklu karşılaştırmalar için Tukey HSD post hoc testi yapılmıştır. Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 alınmış olup $p < 0,05$ olması durumunda farklılık olduğu; $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışma sonuçları istatistiksel olarak 0,05 anlamlılık düzeyine göre değerlendirildiğinde, $p>0,005$ olduğunda anlamlı bir farklılık yoktur, $p<0,05$ olduğunda ise anlamlı bir farklılık vardır olarak kabul edilmiştir.

Varyans Analizi sonuçlarımıza göre universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında, kavite dezenfektanlarının çalışma verilerinde, mikro-makaslama bağlanma dayanımları (μ SBS) arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$).

Tablo 3.1. Üç farklı kavite dezenfektanının universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında μ SBS'lerine etkileri

Kavite Dezenfektanı	Etch-and-rinse teknik			ANOVA		İkili Karşılaştırma
	N	Mean	St. Dev.	F	p	
CHX	10	25,6625	6,04872	3,278	,032	CHX-OZON
OzoneDTA	10	36,1000	7,71380			
SPO	10	28,5125	9,73475			
Kontrol	10	28,1750	7,56068			

Universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında ortalama en yüksek μ SBS değeri gösteren kavite dezenfektanı OzoneDTA (36,1000), en düşük μ SBS değeri gösteren kavite dezenfektanı CHX (25,6625) olarak bulunmuştur. SPO (28,5125) ve kontrol grubu (28,1750) aynı değerlere sahip olup, μ SBS değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir (Tablo 3.1.).

Kavite dezenfektanlarının universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında μ SBS değerleri sıralaması; OzoneDTA>SPO=Kontrol>CHX ($p<0,05$).

Varyans Analizi sonuçlarımıza göre universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında yapılan çalışma verilerinde kavite dezenfektanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$) (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. Üç farklı kavite dezenfektanının universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında μ SBS'lerine etkileri

Kavite Dezenfektanı	Self-etch teknik			ANOVA		İkili Karşılaştırma
	N	Mean	St. Dev.	F	P	
CHX	10	16,1750	4,29640	1,096	0,363	-
OzoneDTA	10	17,9875	3,24757			
SPO	10	18,7625	4,22396			
Kontrol	10	16,4875	2,86771			

T testi sonuçlarımıza göre, kavite dezenfektanlarının μ SBS ortalamaları universal adeziv etch-and-rinse ve self-etch teknikle uygulandığında μ SBS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$) (Tablo 3.3).

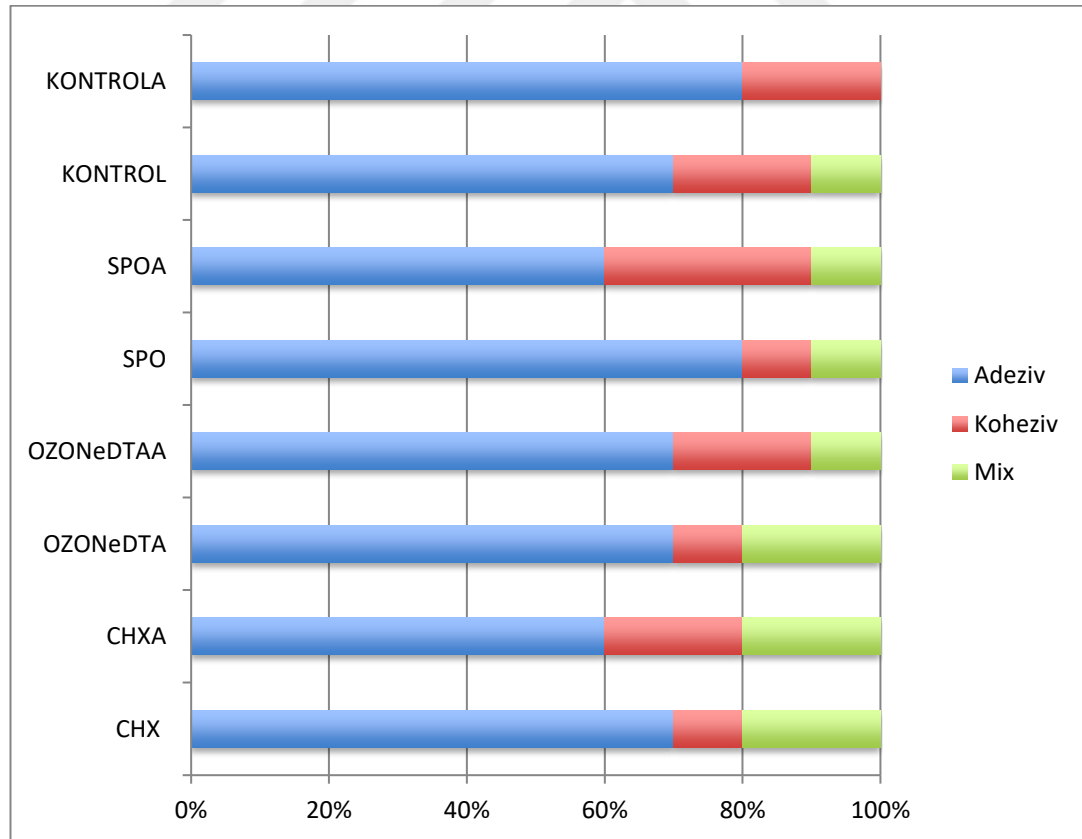
Tablo 3.3. Üç farklı kavite dezenfektanının universal adeziv etch-and-rinse ve self-etch teknikle uygulandığında μ SBS'lerine etkileri

Kavite Dezenfektanı	Etching mod				T Testi	
		N	Mean	St. Dev.	T	p
CHX	Etch-and-rinse	10	25,6625	6,04872	4,044	001
	Self	10	16,1750	4,29640		
OzoneDTA	Total	10	36,1000	7,71380	6,843	000
	Self	10	17,9875	3,24757		
SPO	Total	10	28,5125	9,73475	2,906	013
	Self	10	18,7625	4,22396		
Kontrol	Total	10	28,1750	7,56068	4,571	001
	Self	10	16,4875	2,86771		

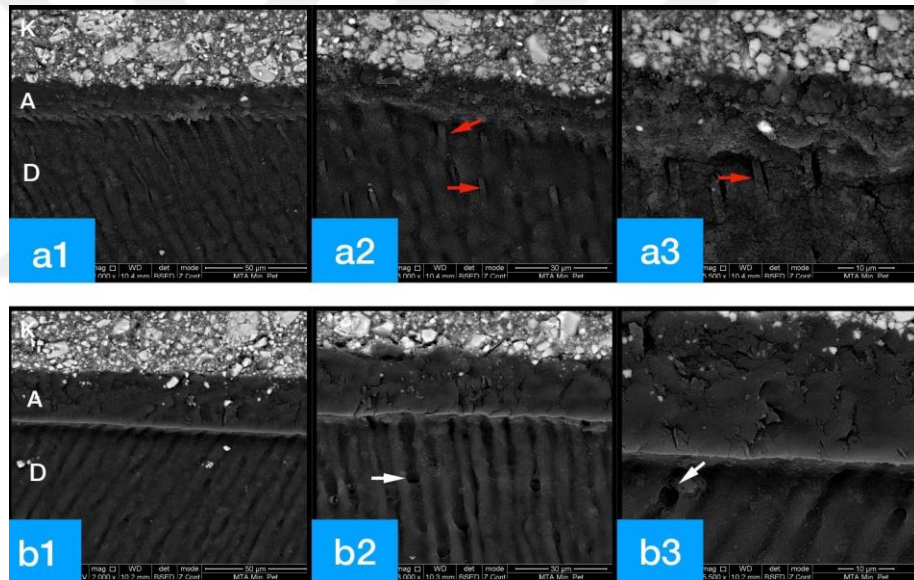
Bu farklılıkta universal adeziv etch-and-rinse teknikte uygulandığında tüm kavite dezenfektanları için ortalama μ SBS değerleri, universal adeviz self-etch teknikte uygulandığında ki ortalama μ SBS değerlerine göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Farklı kavite dezenfektanları uyguladığımız örneklerde, universal adezivin self-etch ve etch-and-rinse teknikle uygulandığında her iki teknikte de adeziv-dentin arayüzünde en çok karşılaşılan kopma tipinin adeziv tipi olduğu görülmüştür. En az karşılaşılan kopma tipi ise mix tipi olduğu tespit edilmiştir. En çok adeziv kopma tipi ise universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında bulunmuştur. Farklı kavite dezenfektanlarının uygulanması kopma tipleri arasında farklılık yaratmamıştır (Tablo 3.4).

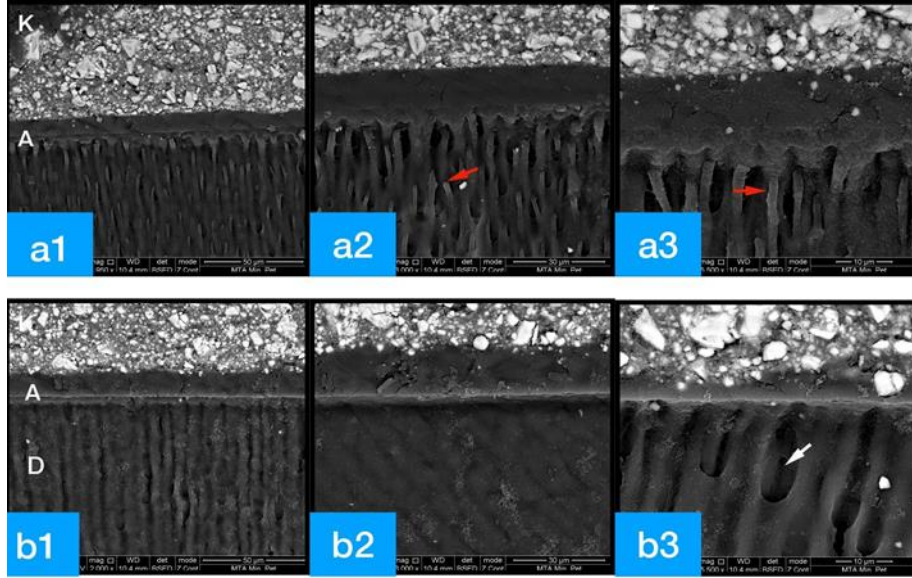
Tablo 3.4. μ SBS testi uygulanan örneklerde ki adeziv, koheziv ve mix kopma tiplerinin yüzdeleri (A:Asit)



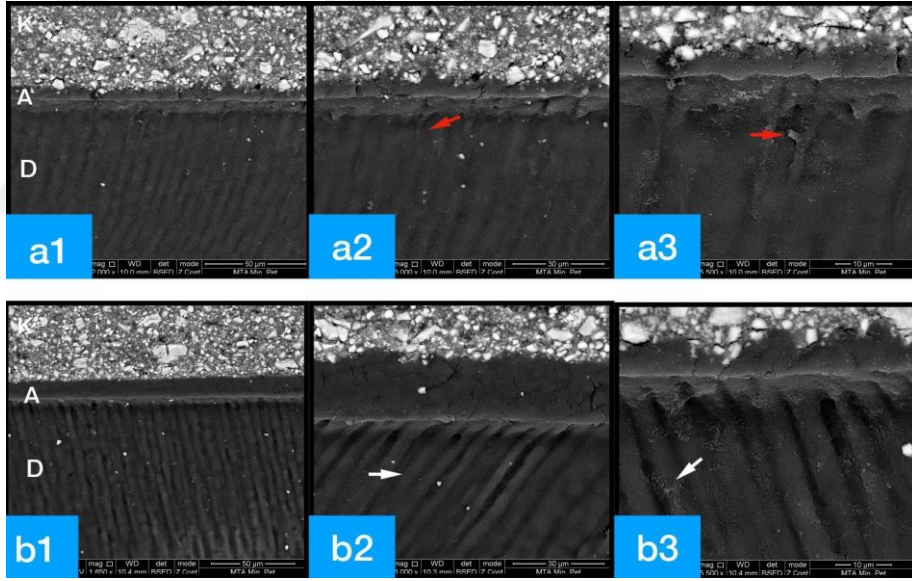
Kavite dezenfektanlarının universal adeziv self-etch ve etch-and-rinse teknikle uygulandığında dentin hibrit tabakalarının TEM görüntüleri Şekil 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4'de gösterilmiştir. Bu çalışmanın TEM bulgularına göre universal adeziv kullanılmadan önce dentin yüzeyine uygulanan asit, bu adezivin dentine penetrasyonunu önemli ölçüde geliştirmiştir. CHX, OzoneDTA, SPO ve kontrol grubunun TEM görüntüleri incelendiğinde universal adeziv etch-and-rinse modda uygulandığında (Şekil 3.1a1, Şekil 3.2a1, Şekil 3.3a1, Şekil 3.4a1) dentine penetrasyonun arttığı ve rezin uzantı oluşumu gözlenirken, universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında (Şekil 3.1b1, Şekil 3.2b1, Şekil 3.3b1, Şekil 3.4b1) rezin uzantı oluşumu gözlenmemiştir. Ayrıca kavite dezenfektanı uygulanması TEM görüntülerinde farklılık yaratmamıştır.



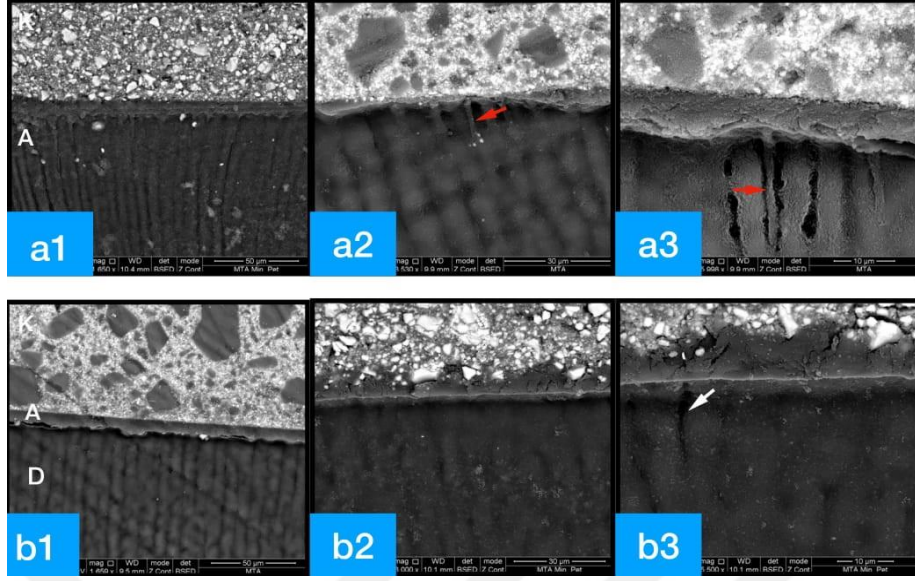
Şekil 3.1. CHX kavite dezenfektanının kullanıldığı, etch-and-rinse ve self-etch tekniklerle uygulanan adezivin üç farklı magnifikasyonda (X2000, 3000 ve 5500) TEM görüntüleri. (K: Kompozit, A: Adeziv, D: Dentin, a: etch-and-rinse teknik, b: self-etch teknik)



Şekil 3.2. OzoneDTA kavite dezenfektanının kullanıldığı, etch-and-rinse ve self-etch tekniklerle uygulanan adezivin üç farklı magnifikasyonda (X2000, 3000 ve 5500) TEM görüntüleri. (K: Kompozit, A: Adeziv, D: Dentin, a: etch-and-rinse teknik, b: self-etch teknik)



Şekil 3.3. SPO kavite dezenfektanının kullanıldığı, etch-and-rinse ve self-etch tekniklerle uygulanan adezivin üç farklı magnifikasyonda (X2000, 3000 ve 5500) TEM görüntüleri. (K: Kompozit, A: Adeziv, D: Dentin, a: etch-and-rinse teknik, b: self-etch teknik)



Şekil 3.4. Kavite dezenfektanı uygulanmayan kontrol grubunun, etch-and-rinse ve self-etch tekniklerle uygulanan adezivın üç farklı magnifikasyonda (X2000, 3000 ve 5500) TEM görüntüleri (K: Kompozit, A: Adeziv, D: Dentin, a: etch-and-rinse teknik, b: self-etch teknik)

4. TARTIŞMA

Restoratif diş hekimliğinde enfekte dentinin kaviteden uzaklaştırılamaması mikro-sızıntıya, pulpa hassasiyetine, pulpa inflamasyonuna ve sekonder çürüklere neden olabilmektedir (Imazato ve ark., 2001). Çürük dentini kaldırdıktan sonra kavite duvarında, smear tabakasında ve mine-dentin birleşiminde var olan bakterileri uzaklaştırmak, yapılacak restoratif işlemin başarısını artıracaktır (Bra ve Nyborg, 1973; Imazato ve ark., 2001). Restorasyon altında pulpayı olumsuz etkileyen ve enfeksiyona neden olan bakterileri uzaklaştırmak için kullanılan kavite dezenfektanları son zamanlarda yaygın olarak kabul görmüştür (Elkassas ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda da son yıllarda popüler olan kavite dezenfektanlarının μ SBS etkileri test edilmiştir.

Günümüzde kavite preparasyonu sonrası dezenfektan uygulaması, bakteriyel aktivitenin oluşturduğu potansiyel riskleri önlemede kabul gören bir uygulamadır. Kavite dezenfeksiyon yöntemleri uygulanan dişlerde adeziv sistemlerin bağlantısını araştıran birçok çalışma vardır (Elkassas ve ark., 2014; Ercan ve ark., 2009; Meiers ve Kresin, 1996; Sharma ve ark., 2011; Soares ve ark., 2008). Adeziv sistemlerin, mine ve dentine bağlanma etkinliğinin ölçülmesi için uzun dönem klinik takiplerin zaman alıcı olması ve standart olarak gerçekleştirilemediği için in vitro bağlanma dayanım testleri kullanılmaktadır (Van Meerbeek, 2010). Bizim çalışmamız da kavite dezenfektanı uygulanan örneklerin self-etch ve etch-and-rinse teknikle uygulanan universal adezivin μ SBS değerleri universal test cihazı kullanılarak in vitro olarak gerçekleştirilmiştir.

Bazı in-vitro çalışmalarda inek dişleri kullanılsa da (Alonso ve ark., 2004; Hilton, 2002; Pazinato ve ark., 2003), canlı insan dişlerinin bağlanma testlerini gerçekleştirmek için en iyi substrat olduğu bildirilmektedir. (Rueggeberg, 1991; Türkün ve Ergücü, 2004). Bu nedenle çalışmamızda çekilmiş üçüncü molar insan dişleri kullanılmıştır.

Dişler çekildikten sonra geçen süre ve dişlerin saklama koşullarının, deney sonuçlarını etkileyebileceği bir çok çalışma tarafından bildirilmiştir (Konno ve ark., 2003; Retief, 1991). Bu amaca uygun olarak kullanılabilecek timol, etanol, serum fizyolojik, distile su gibi farklı solüsyonlar önerilmektedir (Retief, 1991; Konno ve ark., 2003). Ancak bir çok çalışmada saklama solüsyonu olarak distile su tercih edilmiştir (Manso ve ark., 2009). Bu çalışma için toplanan dişler Goodis ve ark.'nın (1993) çalışmalarındaki sonuçlar dikkate alınarak, dentin geçirgenliğini koruyabilmek amacıyla, distile su dolu cam kavanoz içinde +4 °C' de saklanmıştır.

Lee ve ark. (2007) yaptığı çalışmada, dişlerin çekiminden sonra restorasyonlar yapılana kadar geçen sürenin uzaması dentin yapısında değişikliklere neden olarak bağlanmayı etkileyebileceği için çekimden sonra bekleme süresi 6 ay ile sınırlı olması gerektiğini söylemişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda kullanılan dişlerin çekiminden sonraki iki hafta içerisinde restorasyon aşamaları tamamlanmıştır.

Adeziv diş hekimliğinde restoratif prosedürlerin önemli bir aşaması diş kesimi sırasında yüzeyde oluşan smear tabakasının kaldırılması veya modifiye edilmesidir. İn vitro araştırmalarda bağlanma testi yapılacak yüzeylerde standart smear tabakasının oluşturulması için 320 ve 1200 grit arasında silikon karbit zımparalar ya da yüksek devirli elmas aşındırıcıların kullanımı önerilmektedir (Pashley ve ark., 1995). Bizim çalışmamızda da oklüzal mine, düz dentin yüzeyleri elde etmek için su soğutma altında bir kesme makinesi (Micracut 201, Metkon, Türkiye) ile çıkarılmıştır ve daha sonra kendiliğinden sertleşen bir akrilik rezin içine gömülmüştür. Ortaya çıkan oklüzal dentin yüzeyleri, standart bir smear tabakası oluşturmak için su soğutması altında 600-grit silikon karbid kağıdı ile aşındırılmıştır.

Kavite preparasyonu sonrasında dezenfektan kullanımı bakterilerin oluşturduğu toksinleri ve aktivitelerini önlemede kabul edilen bir uygulamadır. Bu uygulama için çeşitli dezenfektan solüsyonu ve yöntemi tarif edilmiştir. İdeal dentin dezenfektanı antimikrobiyal etkiye sahip olmalı ve dentin-adeziv arayüzünde bağlanma dayanımını olumsuz etkilememelidir. Bu dezenfektanlar CHX, benzalkonyum klorür, NaOCl, H₂O₂, iyodin solüsyonları, SPO, ozon ve lazerlerdir. Antibakteriyel özellikleri bilinen

bu dezenfektan solüsyonları ve lazer sistemlerinin, adeziv sistemin tutuculuğuna etkisi tartışma konusu olmuştur (Elkassasve ark., 2014; Ercan ve ark., 2009).

Restorasyonun klinik başarısı kompozit materyal ve diş dokuları arasındaki bağlantıyı sağlayacak dentin bondinglerin hibridizasyonunun kalitesine ve devamlılığına bağlıdır. Dentin bondinglerin uygulandıkları dokunun özellikleri, dentinde yapılan farklı yüzey hazırlıkları, bondinglerin uygulanma yöntemlerindeki farklılıklar hibrit tabakanın klinik performansını etkileyen faktörlerdir (Sancaklı, 2010).

Kavite dezenfektanlarının dentine bağlanma etkileri araştırıldığında birlikte kullanıldıkları bağlayıcı sistemler ve bu sistemlerin hangi aşamasında kullanıldığı önemlidir. Kavite dezenfektanları asitleme öncesi veya sonrası uygulanması bağlanmayı etkileyebilir. Dentin yüzeyine kavite dezenfektanlarının asitten önce uygulanması, yüzeyi pürüzlendirmeye karşı dirençli hale getirip asit tedavisini geçersiz kılabilir (De Castro ve ark., 2003). Mikroorganizmaların büyük bölümünün smear tabakasının asitleme ile uzaklaştırılmasıyla yok olduğu, sonrasında uygulanacak dezenfektanların ise dentin kanallarında kalan mikroorganizmalara etki edeceği düşünülmektedir (Settembrini ve ark., 1997). Bu nedenle, etch-and-rinse adeziv sistemler kavite dezenfektanları asitten sonra, self-etch adeziv uygulamada asit aşaması olmadığı için adezivden önce uygulanması önerilmiştir. Tez çalışmamızda da, universal adeziv etch-and-rinse teknikte uygulandığında kavite dezenfektanları asitleme işleminden sonra uygulanmıştır. Ancak universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında adezivden önce kavite dezenfektanları uygulanmıştır.

Restorasyonların ömrü, adeziv ve diş arayüzeyindeki dayanıklılığa bağlıdır. Dentin dokusuna bağlanma değerlerinin daha doğru bulunabilmesi için laboratuvar koşullarında ağız ortamını taklit eden yöntemlerin kullanılması gerekmektedir (Ayaz ve ark., 2011). Ağız ortamını taklit eden yöntemlerden en çok kullanılanı termalsiklustur. Termalsiklus (ısısal döngü) test örneklerinin 5 °C ile 55 °C arasındaki su banyosunda değişen siklus sayılarında bırakılmasıdır (Tekçe ve Demirci, 2014). Gale ve Darvell'in çalışmalarına (1999) göre; 10.000 termal siklus yaklaşık olarak 1

yıllık in vivo fonksiyona eşdeğerdir. Bizim çalışmamızda da 80 örneğe 1 yıla denk gelecek şekilde 10.000 termal siklus ile yaşlandırma uygulanarak, yaşlandırma sonrası kavite dezenfektanlarının μ SBS'leri nasıl etkilediği değerlendirilmiştir.

Bağlantı testleri, adeziv sistemlerin klinik performanslarını ortaya koymakta kullanılan önemli testlerdir. İn vitro şartlarda bağlanma alanının büyüklüğüne göre makro ve mikro test yöntemleri kullanılmaktadır (Van Meerbeek, 2010).

Makro test yöntemlerinde makaslama (shear) ve gerilim (tensile) bağlanma dayanım testleri kullanılmaktadır. Bu testler, çapı 3-6 mm (yaklaşık olarak 7-28 mm²) yüzey alanına sahip deney örneklerini test etmek amacıyla uygulanmaktadır. Ancak makro testlerde bağlanma arayüzündeki stres dağılımlarının heterojen olması ve lokal stres alanlarının varlığı bu testlerin olumsuz özellikleri arasında sayılabilir. Ayrıca oluşan kırıklar genellikle ya dentinde ya da restorasyonda koheziv kırık şeklinde meydana gelmektedir. Bu koheziv kırık adeziv sistemin bağlayıcı özelliği hakkında yeterli bilgi sunmamaktadır (Scherrer ve ark., 2010; Van Meerbeek, 2010).

Makro testlerdeki olumsuz özellikler mikro ölçekte yeni test metodlarının kullanılmasının önünü açmıştır. Mikro testlerin ilki olan mikro-gerilim (micro-tensile) test yöntemi, 1994 yılında Sano ve ark. tarafından geliştirilmiştir (Sano ve ark., 1994; Van Meerbeek, 2010). Bu test yönteminde küçük yüzey alanına (1mm² ve daha küçük) sahip örnekler oluşturulur (Braga ve ark., 2010; Van Meerbeek, 2010). Mikro-gerilim test yöntemlerinde örnek hazırlamanın zaman alması, laboratuvar işlemlerinin zor olması ve teknik hassasiyet gerektirmesi bu testin olumsuz özelliğidir. Ayrıca örnek hazırlandıktan sonra yapılan kesme işlemi sırasında oluşan vibrasyon adeziv-dentin arayüzündeki bağlanma dayanımını olumsuz etkilemektedir (Pashley ve ark., 1995). Mikro-makaslama (micro-shear) bağlanma dayanımı testi ise 2002 yılında McDonough ve ark. tarafından tanıtılmıştır. μ SBS, diş yüzeyinde 1mm² çapındaki çok ince örnekler oluşturulabilmektedir. Bu örnekler diş yüzeyinin istenilen bölgesinde, istenilen sayıda ve test öncesi başarısızlık olduğu durumlarda örneklerin kolayca tekrar oluşturulabilmesi avantajlarındadır. Ayrıca tek diş için ortalama bağlanma değerleri elde edilebilir (Perdigao ve Swift, 2011; Senawongse ve ark., 2004). Çalışmamızda

μ SBS testi; şekillendirme işleminin mikro-gerilim test yöntemine göre kolay olması, diş yüzeyinde çok sayıda örnek elde edilmesi, dişin istenilen bölgesinde bağlantı sağlanabilmesi ve adeziv-dentin arayüzünde daha az strese maruz kalması gibi nedenlerden dolayı kullanmayı tercih edilmiştir.

En çok kullanılan kavite dezenfektanlarından CHX'in farklı konsantrasyonlarda restoratif tedavi üzerindeki etkileri, kullanılan adeziv sistemin tipine, CHX'in formuna ve konsantrasyonuna ile yaşlanma sürecine göre farklılık göstermektedir. (Bin-Shuwaish, 2016).

%2 sulu çözelti şeklinde CHX, biyolojik olarak uyumlu (Mohammadi ve Abbott, 2009; Athanassiadis ve ark., 2007) ve toksikolojik olarak güvenli bir dezenfektan olarak kabul edilmiştir (Athanassiadis ve ark., 2007; Fava ve Saunders, 1999). Literatürlerde CHX ile yapılan çalışmalarda antibakteriyel etkinliği kanıtlanmış olan, %2' lik CHX konsantrasyonunun sıklıkla tercih edildiği de gözlemlenmiştir (Attin ve ark., 2003; Ersin ve ark., 2006; Vieira ve Silva, 2003). Bu sebeple bizim çalışmamızda da kavite dezenfektanlarından biri olarak %2 lik CHX tercih edilmiştir.

De Campos ve ark., (2009) çalışmasında, %2'lik CHX'in, dört adezivin (iki etch-and-rinse, iki self-etch adeziv) μ SBS'si üzerindeki etkilerini sıgır dişlerinde değerlendirdiler. Araştırmacılar %2 CHX'in self-etch adeziv sistemler için daha düşük μ SBS gösterdiğini bulmuşlardır. Ancak %2 CHX'in etch-and-rinse teknikle uygulanan örneklerde μ SBS etkisinin önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da CHX universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulanmasında self-etch teknikle uygulanmasına göre μ SBS değeri daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Ancak çalışmamızda CHX universal adeziv etch-and-rinse teknikte uygulandığında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha düşük μ SBS değeri göstermiştir ($p < 0,05$).

Bazı çalışmalar, CHX ön işleminden sonra self-etch adeziv sistemler yerine etch-and-rinse adeziv sistemleri kullanıldığında, rezin kompozitinin dentin ile daha yüksek bağlanma kuvvetleri gösterdiği bildirilmiştir (Celik ve ark., 2010; De Campos ve ark., 2009; Ercan ve ark., 2009; Reddy ve ark., 2013; Zheng ve ark., 2015). Bizim

çalışmamızda da CHX'in μ SBS değeri, universal adezivin etch-and-rinse teknikle uygulanmasında, universal adeziv self-etch teknikle uygulanmasına göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Di Hipólito ve ark., (2012), self-etch adeziv sistemlerden önce dentinin %0,2 veya %2 CHX ile muamele edilmesi μ SBS'yi olumsuz yönde etkilendiğini tespit etmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda kullandığımız %2'lik CHX, universal adeziv self-etch teknikte uygulandığında kavite dezenfektanı uygulanmayan kontrol grubuna göre μ SBS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

CHX'in; adeziv türüne (self etch/ total etch) veya asitleme öncesi/ sonrası kullanıma göre bağlanma dayanımını azalttığını (Campos ve ark., 2009; Ercan ve ark., 2009; Celik ve ark., 2010; Vieira ve Da Silva, 2003), arttırdığını (Celik ve ark., 2010) veya etkilemediğini (Campos ve ark., 2009; De Castro ve ark., 2003; El-Housseiny ve Jamjoum, 2000; Meiers ve Shook, 1996; Say ve ark., 2004; Soares ve ark., 2008) gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda da CHX universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında, self-etch teknikle uygulanmasına göre μ SBS değeri daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). CHX'in, universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında kavite dezenfektanı uygulanmayan kontrol grubuna göre μ SBS değeri istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). CHX, universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında kavite dezenfektanı uygulanmayan kontrol grubuna göre μ SBS değerinde istatistiksel bir anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Gurgan ve ark. (1999), asitleme işleminden önce veya sonra dentin yüzeyinin CHX ile ön işleminden geçirilmesinin, etch-and-rinse adeziv sistemlerinin μ SBS azalttığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da CHX, universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında kavite dezenfektanı uygulanmayan kontrol grubuna göre μ SBS değerini istatistiksel olarak azaltmıştır ($p<0,05$).

Yapar ve ark., (2017) çalışmasında, CHX ile dentin yüzeyleri dezenfekte edildikten sonra self-etch teknik kullanımında kontrol grubuna göre bağlanma

dayanımında bir etkisi olmadığını, etch-rinse teknik kullanımında ise bağlanma dayanımını azalttığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da CHX universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında kavite dezenfektanı uygulanmayan kontrol grubuna göre μ SBS değeri istatistiksel bir anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$), universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında ise kavite dezenfektanı uygulanmayan kontrol grubuna göre μ SBS değerini istatistiksel olarak azaltmıştır ($p<0,05$). Sonuçlarımız araştırmacıların sonuçları ile uyum göstermiştir.

De Munck ve ark. (2010), çalışmalarında kullanılan bütün bağlayıcıların bağlanma dayanım değerlerinin 1 yıl suda bekletme sonunda anlamlı olarak azaldığını, CHX uygulamasının bu azalmayı önleyemediğini ileri sürmüşlerdir. MMP-2 ve MMP-9 enzimlerinin, hafif asidik yapıdaki self-etch adeziv sistemler ile hazırlanan örneklerin ara yüzeylerinde, total-etch sistemler ile hazırlanan örneklerin ara yüzlerine göre daha düşük oranda bağlayıcı yıkımına sebep olduklarını ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da CHX'in μ SBS değeri, universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemişken ($p>0,05$), universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında kontrol grubuna göre CHX'in μ SBS değeri daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

Manfro ve ark. (2010), CHX'in asitlemeden sonra, adeziv sistemlerden önce uygulanması bakteri azalmasına ek olarak MMP üzerine inhibitör etki ederek adeziv ara yüzeyinde bozulma sürecini yavaşlattığını bildirmişlerdir. Chaharom ve ark. da (2011), total-etch sistemlerde asitleme sonrası CHX uygulanmasının bağlanma dayanıklılığını arttırmasını kollajen fibrillerinin bozulmasından sorumlu MMP'leri inhibe etmesine, bu sayede hibrit tabakanın korunmasına bağlamışlar. Bizim çalışmamızda da universal adeziv etch-and-rinse teknikle yani total-etch teknikle uygulanmasının, self-etch teknikle uygulanmasına nazaran CHX'in μ SBS'e etkisi daha yüksek olduğu saptanmış olup araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermiştir ($p<0,05$).

Pires ve ark. (2013) mine yüzeyine uygulanan ozon gazının self-etch (AdheSE®) ve etch-and-rinse adeziv (Excite®) sistemlerin makaslama bağlanma dayanımına etkilerini değerlendirmişlerdir. Her iki adeziv sistemde de ozon gazı uygulanması, bağlanma dayanımına olumsuz etki etmediği ifade etmişlerdir. Ayrıca ozon uygulanmış etch-and-rinse adeziv sistemin bağlanma değerlerinin, self-etch adeziv sisteminin bağlanma değerlerine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da ozonEDTA kavite dezenfektanı, universal adeziv self-etch teknik ile uygulandığında μ SBS değeri, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında kontrol grubuna göre ozonEDTA'nın μ SBS değeri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). OzonEDTA'nın μ SBS değeri, universal adezivin self-etch ve etch-and-rinse teknikleri kendi aralarında karşılaştırıldığında, self-etch tekniğe nazaran etch-and-rinse teknikte anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Günes ve ark. (2014), ozonun geleneksel yöntemlerden daha başarılı bir kavite dezenfektanı olduğunu göstermiştir. Azarpazhooh ve Limeback (2008) çalışmasında, ozonun dezenfeksiyondan sonra hiçbir kalıntı ve atık bırakmadığı için başarılı bir kavite dezenfektanı olduğunu desteklemiştir. Bizim çalışmamızda da ozonEDTA, kontrol grubu ve CHX göre μ SBS anlamlı olarak yüksek olduğu için daha başarılı bulunmuştur ($p<0,05$).

Ozonun kompozitlerin bağlanma gücü üzerindeki etkisini araştıran pek çok çalışma, ozon ile ön işleme tabi tutulan mineye bağlanma kuvveti veya mikro sızıntısı üzerinde bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir (Celiberti ve ark., 2006; Dukic ve ark., 2009; Marchesi ve ark., 2012). Bizim çalışmamızda da ozonEDTA kavite dezenfektanı, universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında μ SBS değeri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Yapar ve ark. (2017), çalışmasında etch-and-rinse adeziv sistem uygulanan grupta, CHX'nin kontrol grubuna göre μ SBS değerini istatistiksel olarak azalttığını tespit etmişlerdir. Ozon uygulamasının ise bağlanma dayanımını kontrol grubuna göre

artırdığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da, universal adezivin etch-and-rinse teknikle uygulandığı gruplarda CHX'nin μ SBS değeri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak azalmış olduğu bulunmuş olup, OzoneDTA uygulanan grupta ise μ SBS değeri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,005$).

SPO'nun dezenfektan etkisinin, dentin yüzeyinin bağlanma kuvveti üzerindeki etkisi hakkında yayınlanmış az sayıda araştırma yapılmıştır. Alıcı ve Hubbezoglu (2018) çalışmasında, antibakteriyel etkinliği nedeniyle kavite dezenfektanı olarak SPO tercih etmişlerdir ve SPO'nun self-etch ve etch-and-rinse adeziv sistemlerde μ SBS üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Kunawarote ve ark. (2010), çalışmasında SPO'nun aktif maddesi olan HOCl çözeltilerinin farklı konsantrasyon ve uygulama sürelerinin, self-etch adeziv sisteminin bağ kuvvetini olumsuz yönde etkilemediğini bildirmiştir. Kunawarote ve ark. da (2011), SPO'nun etch-and-rinse ve self-etch adeziv sistemlerde, bağ kuvveti üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışma sonuçlarıyla uyumlu olarak, bizim çalışmamızda da SPO'nun μ SBS değeri, universal adeziv hem self-etch hem de etch-and-rinse teknikle uygulandığında, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir. ($p>0,05$). Sadece etch-and-rinse teknik self-etch teknik ile karşılaştırıldığında μ SBS değeri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Alıcı ve Hubbezoglu (2018) çalışmasında, etch-and-rinse adeziv sistemlerde kavite dezenfektanlarının μ SBS değerleri sırasıyla $CHX<kontrol=SPO=Aqua\ ozon$ ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar bulunmuştur($p<0.05$).

Elkassas ve ark. (2014), çalışmasında kavite dezenfektanı (NaOCl, CHX, Benzalkonyum klorür) kullanılan gruplarda çoğunlukla adeziv tipi kırılma olduğunu ifade etmişlerdir. Çelik ve ark. da (2010), lazer ve kavite dezenfektanı (CHX, Ozon, SPO, NaOCl) uygulanan gruplarda en fazla kopma tipinin adeziv tipi olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da μ SBS testinden sonra ki steromikroskop ile bakılan başarısızlık analizi bulguları , her grup için başarısızlığın büyük kısmının kısmi ya da tam adeziv başarısızlığa bağlı olduğunu göstermiştir. Bu sonuç bağlanma

dayanım değerlerinin güvenilir olduğunu göstermektedir. Bizim alışmamızda da μ SBS testinden sonra ki başarısızlık analizi bulguları , her grup için başarısızlığın büyük kısmının kısmi ya da tam adeziv başarısızlığa bağlı olduğunu göstermiştir. Bu sonuç bağlanma dayanım değerlerinin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Sassi ve ark. (2004), çalışmasında üç farklı tip adeziv sistem (All Bond 2(AB); Optibond Solo Plus (OP); and Clearfil Liner Bond 2V) kullanmıştır ve bu çalışmanın TEM bulgularında, asit uygulandığında hibrit tabakanın izlenmediği, rezin uzantılarının olduğu gözlenmiştir. Elkaffas ve ark. (2020) alışmasında tüm grupların self-etch teknikte TEM görüntüleri incelendiğinde zayıf tübüler penetrasyon ve interfasial boşluklar gözlenirken, etch-and-rinse modda ok tübüler penetrasyon ve daha küçük interfasial boşluklar gözlenmiştir. Kenshima ve ark. (2006), çalışmasında asit uygulamanın rezin-dentin ara yüzünde rezin uzantı oluşumunun morfolojisini etkilediğini, self-etch teknikte ise hibrit tabakanın devam ettiği ve rezin uzantı oluşmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca hibrit tabakanın kalınlığının asiditeye bağlı olduğunu, ancak bağlanma gücünün hibrit tabakanın kalınlığından ziyade kalitesine bağlı olduğunu göstermişlerdir. Bizim alışmamızda da kavite dezenfektanlarından bağımsız olarak, CHX, OzoneDTA, SPO ve kontrol grubunda universal adeziv kullanılmadan önce dentin yüzeyine asit uygulanması sonucu smear tabaka uzaklaştırıldığı için dentine penetrasyonun önemli ölçüde arttığı ve rezin uzantıların olduğu gözlenirken, her bir grupta universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında smear tabakanın uzaklaştırılamayıp modifiye olduğu, bunun sonucunda dentin penetrasyonun daha az olduğu ve rezin uzantı oluşmadığı gözlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı kavite dezenfektanlarının farklı etching modlarda uygulanan universal adezivlerin μ SBS'e etkisinin incelendiği tez çalışmamızın sonuçları şunlardır:

1.%2'lik CHX solüsyonu ile kavite dezenfeksiyon işlemi yapıldıktan sonra dentine uygulanan universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında μ SBS değerleri daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

2.OzoneDTA ile kavite dezenfeksiyon işlemi yapıldıktan sonra dentine uygulanan universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında μ SBS değerleri daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

3.SPO ile kavite dezenfeksiyon işlemi yapıldıktan sonra dentine uygulanan universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında kontrol grubuna göre μ SBS değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$) .

4.Kavite dezenfektanları universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında μ SBS değerleri sıralaması; OzoneDTA>SPO=Kontrol>CHX ($p<0,05$).

5.%2'lik CHX, OzoneDTA ve SPO ile kavite dezenfeksiyon işlemi yapıldıktan sonra dentine uygulanan universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında μ SBS değerlerine etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$).

6.Etch-and-rinse teknikte tüm kavite dezenfektanları için μ SBS değerleri, self-etch teknikteki μ SBS değerlerine göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur

Tez çalışmamızın sonuçları doğrultusunda, kavite dezenfektanı olarak kullanılan CHX, OzoneDTA ve SPO, universal adezivin etch-and-rinse teknikle uygulandığında

kontrol grubu ile karşılaştırıldığında CHX hariç ozonEDTA ve SPO'nun μ SBS değerleri üzerinde olumsuz etki yaratmadığı, universal adeziv self-etch teknik ile uygulandığı zaman kontrol grubu ile karşılaştırıldığında μ SBS değerleri etkilemediği için antibakteriyel etkilerinden yararlanmak için kullanılmaları önerilir.

Kavite dezenfektanlarının antibakteriyel özelliklerinin yanında, restoratif materyallerin diş dokularına olan bağlanma dayanımına ve mikrosızıntısına olumsuz etkisinin olup olmadığını tam olarak ortaya koyabilmek ve tartışabilmek için, materyallerin içerikleri, kavite dezenfektanlarının antibakteriyal etkinliğinin yanı sıra fiziksel ve kimyasal özellikleriyle birlikte diğer etkenlerin de göz önüne alındığı daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır.

ÖZET

Farklı Kavite Dezenfektanlarının Farklı Asitleme Modlarda Uygulanan Universal Adezivin mikro-makaslama Bağlanma Dayanımına Etkisi

Bu çalışmanın amacı, farklı kavite dezenfektanlarının farklı asitleme modlarda uygulanan universal adezivin mikro-makaslama bağlanma dayanımına etkisinin invitro incelenmesidir. Bu çalışma için 80 adet yeni çekilen insan üçüncü azı dişi toplanmış, temizlenmiş ve distile su içerisinde bekletilmiştir. Her dişte oklüzal mine, düz dentin yüzeyleri elde etmek için su soğutma altında bir kesme makinesi (Micracut 201, Metkon, Türkiye) ile çıkarılmıştır ve daha sonra kendiliğinden sertleşen bir akrilik rezin içine gömülmüştür. Ortaya çıkan oklüzal dentin yüzeyleri, standart bir smear tabakası oluşturmak için su soğutması altında 600-grit silikon karbid kağıdı ile aşındırılmıştır. 80 diş 3 farklı kavite dezenfektanı (OzoneDTA (Apoza, TAIWAN), Klorheksidin (CHX) (%2, Bisco, SCHAUMBERG) , Süperoksit su (SPO) (Medilox, TÜRKİYE)), ve herhangi bir dezenfeksiyon işlemi uygulanmayan kontrol grubu olacak şekilde 4 ana gruba ve her ana grupta Single Bond Universal (SBU) (3M ESPE, St Paul, ABD) adezivin etch-and-rinse ve self-etch teknikle uygulanmasına göre 2 alt gruba ayrılarak rastgele dağıtılmıştır. Kavite dezenfektanı uygulamasından sonra adeziv uygulanan yüzeylere 1.5 mm uzunluğunda ve 0,8 mm çapında polietilen tüpler (Unomedical, Conva-Tec Limited, İngiltere) yerleştirilerek, içerisine kompozit rezin (Clearfil Majesty Flow A2, Kuraray Noritake Dental Inc.) yerleştirilmiş. Ardından polietilen tüpler bistüri yardımıyla uzaklaştırılmıştır. 80 örneğe, elektronik bir termal siklus cihazı (Thermocycler the 1100, SD Mechatronik, Almanya) kullanılarak 10.000 siklus uygulanmıştır. Daha sonra Mikro Makaslama bağlanma dayanımları (μ SBS) universal test cihazı ile ölçülmüştür (Z010, Zwick, Ulm, Almanya). Mikro-makaslama testi sonucunda kompozitin diştten koptuğu bölgeler başarısızlık tipi analizi için 25 büyütmede steromikroskop (M3Z, Leica Microsystems, Wetzlar, Almanya) ile değerlendirilmiştir. Her gruptan bir örneğin rezin-dentin arayüzleri TEM ((FEI Inspect F50 FEQ, Thermo Fisher Scientific Inc., Oregon, ABD) ile gözlenmiştir. Çalışmamızın sonuçlarına göre, universal adeziv etch-and-rinse teknikle uygulandığında en yüksek μ SBS gösteren kavite dezenfektanı OzoneDTA, en düşük μ SBS gösteren CHX olarak bulunmuştur. SPO ve kontrol grubu aynı değerlere sahip olup μ SBS'ne etkisi bulunmadığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Varyans Analizi sonuçlarımıza göre self-etch teknikle yapılan çalışma verilerinde kavite dezenfektanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). T testi sonuçlarımıza göre etch-and-rinse teknikte tüm kavite dezenfektanları için μ SBS 'leri, self-etch teknikteki μ SBS 'lerine göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Adeziv-dentin arayüzünde en çok karşılaşılan kopma tipinin adeziv tipi olduğu görülmüştür. En çok adeziv kopma tipi universal adeziv self-etch teknikle uygulandığında görülmüştür. TEM bulgularına göre universal adeziv kullanılmadan önce dentin yüzeyine uygulanan asit, bu adezivin dentine penetrasyonunu önemli ölçüde geliştirmiştir.

Anahtar kelimeler: Kavite dezenfeksiyonu, klorheksidin glukonat, OzoneDTA, süper-okside su, mikromakaslama bağlanma dayanımı

SUMMARY

The Efficacy of Different Cavity Disinfectants on the Micro-shear Bond Strength of Universal Adhesive Applied in Different Etching Modes

The aim of this study is to investigate the efficacy of different cavity disinfectants on the micro-shear bond strength of the universal adhesive applied in different etching modes as in-vitro. For this study, 80 freshly extracted sound human third molars were collected, cleaned and stored in distilled water. In each tooth, the occlusal enamel was removed by a cutting machine (Micracut 201, Metkon, Turkey) under water cooling to obtain flat dentin surfaces and then embedded in a self-curing acrylic resin. The resulting occlusal dentin surfaces were etched with 600-grit silicon carbide paper under water cooling to form a standard smear layer. 80 teeth, three different cavity disinfectant (OzoneDTA (APOZA, Taiwan), Chlorhexidine (CHX) (2% Bisco, Schaumburg), Super-oxide water (SPO) (Medilox, Turkey)), and such that any disinfection procedure APPLIED untreated control group 4 Single Bond Universal (SBU) (3M ESPE, St Paul, USA) was divided into 2 subgroups according to the application of the adhesive with etch-and-rinse and self-etch technique and randomly distributed in each main group. After the cavity disinfectant application, 1.5 mm long and 0.8 mm diameter polyethylene tubes (Unomedical, Conva-Tec Limited, England) were placed on the adhesive applied surfaces, and composite resin (Clearfil Majesty Flow A2, Kuraray Noritake Dental Inc.) was placed inside. Then the polyethylene tubes were removed with the help of a scalpel. 10,000 cycles were applied to 80 samples using an electronic thermal cycle device (Thermocycler the 1100, SD Mechatronik, Germany). Then Micro Shear bond strength (μ SBS) was measured with a universal tester (Z010, Zwick, Ulm, Germany). As a result of the micro-shearing test, the areas where the composite ruptured from the tooth were evaluated with a stereomicroscope (M3Z, Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) at 25 magnification for failure type analysis. Resin-dentin interfaces of one sample from each group were observed with TEM ((FEI Inspect F50 FEQ, Thermo Fisher Scientific Inc., Oregon, USA). According to the results of our study, the cavity disinfectant OzoneDTA, which showed the highest μ SBS when applied with the universal adhesive etch-and-rinse technique, was found to be the CHX with the lowest μ SBS. It was determined that SPO and control groups have the same values and have no effect on μ SBS ($p < 0.05$). According to our Variance Analysis results, no statistically significant difference was found between cavity disinfectants in the study data performed with the self-etch technique ($p > 0.05$). According to our T test results, it was determined that the μ SBSs for all cavity disinfectants in the etch-and-rinse technique were significantly higher than the μ SBSs in the self-etch technique ($p < 0.05$). It has been observed that the most common type of break at the adhesive-dentin interface is the adhesive type. The most common adhesive rupture type was observed when applied with universal adhesive self-etch technique. According to TEM findings, the acid applied to the dentin surface before the universal adhesive was used significantly improved the penetration of this adhesive into the dentin.

Key words: Cavity disinfection, chlorhexidine gluconate, OzoneDTA, super-oxidized water, micro shear bond strength

KAYNAKÇA

- ABU-NABA'A L, AL SHORMAN H, LYNCH E. (2003). 6-month clinical indices changes after treatment pit and fissure caries. *J Dent Res.*, **82**:135
- ABU-SALEM OT. (2004). Management of occlusal caries in primary teeth using ozone. Belfast: Division of Paediatric and Preventive Dentistry School of Dentistry Faculty of Medicine and Health Sciences Queen's University. PhD Thesis, 1-130.
- AGEMATSU H, SAWADA T, WATANABE H, YANAGISAWA T, IDE Y. (1997). Immuno-scanning electron microscope characterization of large tubules in human deciduous dentin. *Anat Rec.*, **248**: 339-345.
- ALAÇAM T. (2011). Endodonti. Ankara: Nobel Kitabevi.
- ALBAY A. (2005). El antiseptiklerinde cilt koruyucu maddeler: Katkıları nelerdir? Antiseptik etkinliğinde değişiklik yapar mı? El antiseptiklerinde kombinasyonlar: Farkları nelerdir? 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 41-58.
- ALICIO O, HUBBEZOGLU I. (2018). The efficacy of four cavity disinfectant solutions and two different types of laser on the micro-shear bond strength of dentin adhesives. *Cumhuriyet Dent Journal.*, **21**(1).
- ALMAHDY A, KOLLER G, SAURO S, BARTSCH JW, SHERRIFF M, WATSON TF, BANERJEE A. (2012). Effects of MMP inhibitors incorporated within dental adhesives. *J Dent Res Jun.*, **91**(6): 605-611.
- AL-NAZHAN S. (2004). SEM observations of the attachment of human periodontal ligament fibroblasts to non-demineralized dentin surface in-vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **97**: 393-397.
- ALONSO RCB, SINHORETI MAC, SOBRINHO LC, CONSANI S, GOES MF. (2004). Effect of resin liners on the microleakage of class v dental composite restorations. *J. Appl. Oral Sci.*, **12**: 56-61.
- AMARAL FLB, COLUCCI V, PALMA-DIBB RG, CORONA SILMARA AM. (2007) Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent*, **19**: 340-354.
- ANDERSON M, CHARBENEAU GT. (1985). A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. *J Prosthet Dent.*, **53**(5): 643-6.

- ANDIA-MERLIN RY, GARONE-NETTO N, ARANA-CHAVEZ V.E. (2001). SEM evaluation of the interaction between a three-step adhesive and dentin. *Oper Dent*, **26**: 440-444.
- ANGMAR-MANSSON B, AL-KHATEEB, TRANEUS J. (1998). Caries diagnosis. *J Dent Educ.*, **62**: 771-779.
- ARNOLD WH, CERMAN M, NEUHAUS K, GAENGLER P. (2003). Volumetric assessment and quantitative element analysis of the effect of fluoridated milk on enamel demineralization. *Arch. Oral Bio.*, **48**: 467-473.
- ARUOMA OI, HALLIWELL B. (1987) Action of hypochlorous acid on the antioxidant protective enzymes superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase. *Biochemical Journal.*, **248**: 973-6.
- ASHLEY PF, BLINKHORN AS, DAVIES RM. (1998). Occlusal caries diagnosis: An in vitro histological validation of the ECM and other methods. *J Dent.*, **26**: 83-88.
- ATHANASSIADIS B, ABBOTT PV, WALSH LJ. (2007). The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Aust Dent J Mar.*, **52**(Suppl 1): S64-S82.
- ATTIN R, TUNA A, ATTIN T, ET AL. (2003). Efficacy of differently concentrated chlorhexidine varnishes in decreasing Mutans streptococci and lactobacilli counts. *Arch Oral Biol.*, **48**: 503-509.
- AUDUS KL, TAVAKOLI-SABERI MR, ZHENG H, BOYCE EN. (1992). Chlorhexidine effects on membrane lipid domains of human buccal epithelial cells. *J Dent Res.*, **71**: 1298-1303.
- AXELSSON P. (2000). Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries. Illinois, USA, AYDIN M. Endodontik Mikrobiyoloji. Ankara: Branş Yayın Evi, Bölüm 13.
- AYAZ DF, TAĞTEKİN D, YANIKOĞLU F. (2011). Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. *Atatürk Univ Dis Hekim Fak Derg.*, **4**: 49-56.
- AZARPAZHOOH A, LIMEBACK H. (2008). The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent.*, **36**(2): 104-116.
- BABAY N. (2001). SEM study on the effect of two different demineralization methods with saturated tetracycline hydrochloride on diseased root surfaces. *J Contemp Dent Pract.*, **15**: 25-35.
- BADER JD, SHUGARS DA, BONITO AJ. (2001). A systematic review of selected caries prevention and management methods. *Community Dent Oral Epidemiol.*, **29**: 399-411.

- BALTZER A, KAUFMANN-JINOIAN V. (2002). Experience with infiltration ceramics in Cerec CAD / CAM technology *Quintessenz Zahntechnik*, **28**: 928–998.
- BANERJEE A, WATSON TF, KIDD EA. (2000). Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Br Dent J.*, **188**(9): 476-82.
- BASTING RT, SERRA MC. (1999). Occlusal caries: diagnosis and non-invasive treatments. *Quintessence, USA.*, **30**: 174–178.
- BATES JF, STAFFORD GD, HARRISON A. (1976). Masticatory function a review of the literature. III. Masticatory performance and efficiency. *J Oral Rehabil*, **3**: 57-67.
- BAYIRLI, G., ŞİRİN, Ş. (1985). Restoratif Tedavi. İstanbul: Taş matbaası, 285-290.
- BAYSAN A, WHILEY RA, LYNCH E. (2000). Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on microorganisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res.*, **34**(6):498-501.
- BAYSAN A, BEIGHTON D. (2007). Assessment of the ozone-mediated killing of bacteria in infected dentine associated with non-cavitated occlusal carious lesions. *Caries Res.*, **41**(59):337–41
- BESIC FC. (1943). The fate of bacteria sealed in dental cavities. *J Dent Res.*, **22**(5): 349-4.
- BERBER VB, GOMES BP, SENA NT, VIANNA ME, FERRAZ CC, ZAIA AA, SOUZA-FILHO FJ. (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *Int Endod J Jan.*, **39**(1):10-17.
- BEZIRTZOGLU E, CRETOIU SM, MOLDOVEANU M, ALEXOPOULOS A, LAZAR V, NAKOU M. (2008). A quantitative approach to the effectiveness of ozone against microbiota organisms colonizing toothbrushes. *Journal of Dentistry.*, **36**(8): 600-5.
- BIN-SHUWAISH MS. (2016). Effects and Effectiveness of Cavity Disinfectants in Operative Dentistry: A Literature Review. *J Contemp Dent Pract.*, **17**(10):867-879.
- BJELKHAGEN H, SUNDSTRÖM F. (1981). A clinically applicable laser luminescence method for the early detection of dental caries. *IEEE J Quantum Electron.*, **17**: 266–268.
- BJØRNDAL L, MJÖR IA. (2001). Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 4: Dental caries-- characteristics of lesions and pulpal reactions. *Quintessence Int.*, **32**(9):717-36.

- BLOCK SS. (1991). Peroxygen compounds. In: Block SS. Disinfection, sterilization, and preservation. 4 ed. Lea & Febiger, Philadelphia: p. 167–181.
- BOCCI VA. (2006). Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art. *Arch Med Res May.*, **37**(4):425-435.
- BOCCI VA. (2007). Can Ozone therapy be Performed if the Biochemistry of the Process Cannot be Controlled?. *Archives of Medical Research.*, **38**(5): 584-5
- BOSTON DW, GRAVER HT. (1994). Histobacteriological analysis of acid–red dye-stainable dentin found beneath intact amalgam restorations. *Oper Dent.*, **19**(2): 65-9.
- BOTELHO MG. (2003). Inhibitory Effects on Selected Oral Bacteria of Antibacterial Agents Incorporated in a Glass Ionomer Cement. *Caries Res.*, **37**(2): 108- 14.
- BOUILLAGUET S, GYSI P, WATAHA JC, CIUCCHI B, CATTANI M, GODIN C, MEYER JM. (2001) Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent.*, **29**: 55-61.
- BOWEN RL. (1965). Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *J Dent Res.*, **44**(5): 895-902.
- BRA M, NYBORG H. (1973). Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. *J Prosthet Dent.*, **30**(3): 303-310.
- BRÄNNSTRÖM M, NORDENWALL KJ, GLANTZ PO. (1980). The effect of EDTA-containing surface- active solutions on the morphology of prepared dentin. *J Dent Res.*, **59**: 1127-31
- BRANNSTROM M. (1986). The cause of post restorative sensitivity and it's prevention. *J Endod*, **12**:475-481.
- BRÄNNSTRÖM M, NYBORG H. (1973). Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. *J Prosthet Dent.*, **30**(3):303-10.
- BRESCHI L, MAZZONI A, RUGGERI A, CADENARO M, DI LENARDA R, DORIGO EDS. (2008) Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.*, **24**: 90-101.
- BRESCHI L, PERDIGAO J, LOPES MM, GOBBI P, MAZZOTTI G.(2003) Morphological study of resin-dentin bonding with TEM and in-lens FESEM. *Am. J. Dent.*, **16**: 463-468.
- BRESCHI L, GOBBI P, CHERSONI S, MAZZOTTI G, PRATI C. (2003a). Effects of different acid and sodium hypochlorite treatments on dentin collagen: a FEISEM analysis. *Am J Dent.*, **16**: 77-81.

- BRESCHI L, GOBBI P, FALCONI M, RUGGERI A JR, MAZZOTTI G, DI LENARDA R, PRATI C. (2003b). Effect of dentinal pretreatments on coronal dentin primary carious lesions: a field emission SEM study. *Clin Oral Investig.*, **7**: 140-147.
- BROWN WS, JACOBS HR, THOMPSON RE. (1972). Thermal fatigue in teeth. *J Dent Res*, **51**: 461-467.
- BUONOCORE MG. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, **34**(6):849-53.
- BRAGA RR, MEIRA JB, BOARO LC, XAVIER TA. (2010). Adhesion to tooth structure: a critical review of “macro” test methods. *Dent Mater*, **26**(2): 38-49.
- CABISCOL E, TAMARIT J, ROS J. (2000). Oxidative stress in bacteria and protein damage by reactive oxygen species. *Int Microbiol.*, **3**(1): 3-8.
- CAMPOS EA, CORRER GM, LEONARDI DP, PIZZATTO E, MORAIS EC. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on microtensile bond strength of contemporary adhesive systems. *Braz Oral Res.*, **23**(3): 340-5.
- CARDOSO PC, LOGUERCIO AD, VIEIRA LC, BARATIERI LN, REIS A. (2005). Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. *J. Adhes. Dent.*, **7**: 143-149.
- CARDOSA MG, DE OLIVEIRA LD, KOGA-ITO CY, JORGE AO. (2008). Effectiveness of ozonated water on *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, and endotoxins in root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **105**(3): 85-91.
- CENGİZ T. (1996). Endodonti. 4. Baskı, İzmir, Barış Yayınları, Fakülteler Kitapevi.
- CELIBERTI P, PAZERA P, LUSSI A. (2006). The impact of ozone treatment on enamel physical properties. *Am J Dent.*, **19**(1): 67-72.
- CELIK C, OZEL Y, BAĞIŞ B, ERKUT S. (2010). Effect of laser irradiation and cavity disinfectant application on the microtensile bond strength of different adhesive systems. *Photomed Laser Surg.*, **28**(2): 267-72.
- CHAHAROM MEE, AJAMI AA, KIMYAI S. (2011). Effect of chlorhexidine on the shear bond strength of self-etch adhesives to dentin. *African Journal of Biotechnology.*, **10**(49):10054-10057.
- CHAN DCN, LO WW. (1994). Residual Antimicrobial Action of Benzalkonium chloride- containing Etchant. *J Dent Res.*, **73**: 226 (Abstract no 995).
- CHEN C, NIU LN, XIE H, ZHANG ZY, ZHOU LQ, JIAO K, CHEN JH, PASHLEY DH, TAY FR. (2015). Bonding of universal adhesives to dentine--Old wine in new bottles? *J Dent.*, **43**: 525-536.

- CHERSONI S, SUPPA P, BRESCHI L, FERRARI M, TAY FR, PAHLEY DH, PRATI C. (2004). Water movement in the hybrid layer after different dental treatments. *Dent. Mater.*, **20**: 796-803.
- CHRISTENSEN GJ. (2001). Self-etching primers are here. *JADA.*, **132**: 1041–1043.
- CHRISTENSEN CE, MCNEAL SF, ELEAZER P. (2008). Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *Journal of Endodontics.*, **34**: 449–52.
- CLEGHORN B, BOWDEN GH. (1989). The effect of pH on the sensitivity of species of lactobacillus to chlorhexidine and the antibiotics minocycline and spiramycin. *J Dent Res.*, **68**(7): 1146-1150.
- COLUZZI DJ. (2000). An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin North Am.*, **4**: 753-65.
- COLUZZI DJ. (2004). Fundamentals of dental laser science and instruments. *Dent Clin North Am.*, **4**: 751-70.
- CRAIG RG, POWERS JM. (2002). Restorative dental materials. 11th Ed. St. Louis: Mosb y., p.260-285.
- ÇAKIR FY, GÜRGAN S, ATTAR N. (2010). Microbiology of dental caries. *Hacettepe Diş Hek Fak Der.*, **34**: 78-91.
- ÇALIŞKAN K. (2006). Endodonti. Nobel Tıp Kitabevi, Ankara.
- DAHNHARDT JE, JAEGGI T, LUSSI A. (2006). Treating open carious lesions in anxious children with ozone. A prospective controlled clinical study. *Am J Dent.*, **19**(5):267-270
- DARLING AL. (1961). The selective attack of caries on the dental enamel. *Ann R Coll Surg Engl*, **1961**,29: 354-69.
- DAYANGAÇ B. (2000). Bonding sistemleri.2. bölüm. Kompozit Rezin Restorasyonlar, Ankara: Güneş Kitabevi, 21-39
- DE CAMPOS EA, CORRER GM, LEONARDI DP, PIZZATTO E, MORAIS EC. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on microtensile bond strength of contemporary adhesive systems. *Braz Oral Res Jul-Sep.*, **23**(3): 340-345.
- DE CASTRO FL, DE ANDRADE MF, DUARTE JÚNIOR SL, VAZ LG, AHID FJ. (2003). Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. *J Adhes Dent.*, **5**(2): 129–38.
- DE MOOR RJ, VANDERSTRICHT K. (2009). The use of the KTP laser, an added value for tooth bleaching. *Journal of Oral Laser Applications.*, **9**(4):219.

- DE MUNCK J, VAN MEERBEEK B, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, SUZUKI K, LAMBRECHTS P, VANHERLE G.(2003). Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res.*, **82**: 136-140.
- DE MUNCK J. (2004).An in vitro and in vivo study on the durability of biomaterial-tooth bonds. Katholieke universiteit, Belgium, p:5
- DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, PEUMANS M, POITEVIN A, LAMBRECHTS P, BRAEM M, VAN MEERBEEK B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*, **84**: 118-132.
- DE MUNCK J, MINE A, VAN DEN STEEN PE, VAN LANDUYT KL, POITEVIN A, OPDENAKKER G, VAN MEERBEEK B. (2010). Enzymatic degradation of adhesivedentin interfaces produced by mild self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci.*, **118**: 494-501.
- DI HIPÓLITO V, RODRIGUES FP, PIVETA FB, AZEVEDO LDA C, BRUSCHI ALONSO RC, SILIKAS N, CARVALHO RM, DE GOES MF, PERLATTI D'ALPINO PH. (2012). Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. *Dent Mater May.*, **28**(5): 495-501.
- DUKIĆ W, DUKIĆ OL, MILARDOVIĆ S. (2009). The influence of HealOzone on microleakage and fissure penetration of different sealing materials. *Coll Antropol Mar.*, **33**(1):157-162.
- DUNCAN LL.(2003) Philips Science of Dental Materials. Twelfth Edition Inc.,381-398.
- DUSSIK KT. (2011). On the possibility of using ultrasound waves as a diagnostic aid. *Z. Neurol Psychiatr* 1942., 174: 153-168. In: Moore CL, Copel JA. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med.*, **364**: 749-757.
- EDWARD L. (2004). Ozone: The revolution in dentistry. London, Quintessence Publishing Co. Ltd.
- EL-HOUSSEINY AA, JAMJOUM H. (2000). The Effect of Carie Detector Dyes and a Cavity Cleansing Agent on Composite Resin Bonding to Enamel and Dentin. *J Clin Pediatr Dent.*, **25**(1): 57-63.
- ELKASSAS DW, FAWZI EM, EL ZOHAIRY A. (2014). The effect of cavity disinfectants on the micro-shear bond strength of dentin adhesives. *Eur J Dent*, **8**(2):184-190.
- ELKAFFAS AA, HAMAMA HH, MAHMOUD SH, FAWZY AS. (2020). Effect of acid etching on dentin bond strength of ultra-mild self-etch adhesives. *International Journal of Adhesion and Adhesives* Vol. 99, 102567
- EMILSON CG. (1981). Effect of chlorhexidine gel tretment on streptococcus mutans population in human saliva and dental plaque. *Scand J Dent Res.*, **89**(3):239-246.

- EMILSON CG. (1994). Potential efficacy of chlorhexidine against mutans streptococci and human dental caries. *J Dent Res.*, **73**(3):682-691.
- ERCAN E, ERDEMIR A, ZORBA YO, ELDENIZ AU, DALLI M, INCE B, KALAYCIOGLU B. (2009). Effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin. *J Adhes Dent*, **11**(5):343-346.
- ERICKSON RL, BARKMEIER WW, LATTI MA.(2009).The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater.*, **25**: 1459-1467.
- ERKLI H, ERSÖZ E. (2011). Matrix metalloproteinases: effects on dental tissues and caries. *Cumhuriyet Dent J.*, **14**(3): 246-257.
- ERSIN N K, UZEL A, AYKUT A, CANDAN U, ERONAT C. (2006). Inhibition of Cultivable Bacteria by Chlorhexidine Treatment of Dentin Lesions Treated with the ART Technique. *Caries Res.*, **40**(2): 172- 177.
- ESTRELA C, ESTRELA CR, DECURCIO DA, HOLLANDA AC, SILVA JA. (2007). Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *Int Endod J.*, **40**(2): 85-93.
- FARDAL O, TURNBULL RS. (1986). A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *J Am Dent Assoc.*, **112**: 863-9
- FAVA LR, SAUNDERS WP. (1999). Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J Aug.*, **32**(4): 257-282.
- FEATHERSTONE JD. (2008). Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J.*, **53**(3):286- 91
- FEATHERSTONE JDB, O'REALLY MM, SHARIATI M, BRUGLER S. (1986).Enhancement of remineralization in vitro and in vivo. In Leach AS editor. Factors relating to demineralization and remineralization of the teeth. Oxford (English): IRL,. p. 23-34
- FEATHERSTONE JD, RODGERS BE. (1981). Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions. *Caries Res.*, **5**(15): 377-385.
- FEHRENBACH MJ, POPOWICS T. (2015). Unit III dental histology. Illustrated dental embryology, histology, and anatomy. 4th ed. China: Elsevier Health Sciences., p.151.
- FEJERSKOV O, KIDD E. (2000). Dental Caries the Disease and Its Clinical Management. 1st Ed., In Vitro Evaluation of Resin composites. Structure-property relationships, development of assessment criteria. *Trans Acad Dent Mater*, **2**: 6-35.

- FLORIAN B, MICHAEL S, JAN FG, DANIEL E, MICHAEL N. (2012). In vitro performance of full-contour zirconia single crowns. *Dent. Mater.*, **28**: 449-456.
- FONTIJN FA, SLAGTER AP, VAN DER BILT A, VAN MA, WITTER DJ, KALK W, JANSEN JA. (2000). Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res*, **79**: 1519-1524.
- FRANK RM. (1990). Structural events in the caries process in enamel, cementum, and dentin. *J Dent Res.*, **69**(Spec No:559-66): 634-6.
- FRANKENBERGER R, PERDIGAO J, ROSA BT, LOPES M. (2001). "No-bottle" vs "multibottle" dentin adhesives- a microtensile bond strength and morphological study. *Dent. Mater.*, **17**: 373-380.
- FRANKENBERGER R, TAY F. (2005). Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermomechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin restorations. *Dent Mater*, **21**:397-412.
- FUSAYAMA T. (1979). Two layers of carious dentin., diagnosis and treatment. *Oper Dent.*, **4**: 63-70.
- GALE M, DARVELL B. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*, **27**: 89-99.
- GEDDES DA. (1975). Acids produced by human dental plaque metabolism in situ. *Caries Res.*, **9**: 98-109.
- GÖKALP S, KIREMITÇİ A. (2001). Dentin adezivler. *Hacettepe Diş. Hek. Fak. Derg.*, **25**: 44-51.
- GOMES BP, FERRAZ CC, VIANNA ME, BERBER VB, TEIXEIRA FB, SOUZA-FILHO FJ. (2001). In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J Sep.*, **34**(6):424-428.
- GOODHEW P, HUMPHREYS J, BEANLAND R. (2001). Electron microscopy and analysis, 3rd edition. Taylor & Francis Group.
- GOODIS, H.E., MARSHALL, G.W., WHITE, J.M., GEE, L., HORNBERGER, B., MARSHALL, S.J. (1993). Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Dent. Mater*, **9**: 79-84.
- GOTTARDI W. (1991). Iodine and iodine compounds. In: Block SS. Disinfection, sterilization, and preservation. 4th ed. Lea & Febiger, Philadelphia: p. 152-66.
- GRAF P. (1999). Adverse effects of benzalkonium chloride on the nasal mucosa: allergic rhinitis and rhinitis medicamentosa. *Clin Ther Oct.*, **21**(10): 1749-1755.

- GROOTVELD M, SILWOOD CJ, LYNCH E. (2006). Investigations of the oxidative consumption of salivary biomolecules by ozone:relevance to the therapeutic applications of this agent in clinical dentistry. *Biofactors.*, **27**: 5-18.
- GULTZ J, DO L, BOYLAN R, KAIM J, SCHERER W. (1999). Antimicrobial activity of cavity disinfectants. *Gen Dent.*, **47**(2): 187-90.
- GUPTA M. (2012). Abhishek. Ozone: An emerging prospect in dentistry. *Indian Journal of Dental Sciences.*, **4**: 47-50.
- GURGAN S, BOLAY S, KIREMITCI A. (1999). Effect of disinfectant application methods on the bond strength of composite to dentin. *J Oral Rehabil.*, **26**(10): 836-40.
- GÜNES Ş, BAHSI E, INCE B, ÇOLAK H, DALLI M, YAVUZ I, SAHBAZ C, CANGÜL S. (2014). Comparative evaluation of the effects of ozone, diode laser, and traditional cavity disinfectants on microleakage. *Ozone Sci Eng.*, **36**(2): 206-211.
- HAAPASALO M, SHEN Y, QIAN W, GAO Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am Apr.*, **54**(2): 291-312.
- HAMID A, HUME WR. (1997). Diffusion of resin monomers through human carious dentin in vitro. *Endod Dent Traumatol.*, **13**: 1-5.
- HANABUSA M, MINE A, KUBOKI T, MOMOI Y, VAN ENDE A, VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J. (2012). Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *J Dent.*, **40**: 475-484.
- HASHIMOTO M, OHNO H, KAGA M, ENDO K, SANO H, OGUCHI H. (2000). In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J. Dent. Res.*, **79**: 1385-1391.
- HASHIMOTO M, TAY FR, OHNO H, SANO H, KAGA M, YIU C, KUMAGAI H, KUDOU Y, KUBOTA M, OGUCHI H. (2003). SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen. *J Biomed Mater Res: Part B, Appl Biomater.*, **66**: 287-298.
- HASHIMOTO M. (2010). Micromorphological evidence of degradation in resin-dentin bonds and potential preventional solutions. *Appl Biomater.*, **92**: 268-280.
- HEYDECKE G, ZHANG F, RAZOOG ME. (2001). In-Vitro color stability of double layer veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent.*, **85**: 551-557.
- HEYMANN HO, SWIFT JR, EJ, RITTER AV. (2014). Sturdevant's art & science of operative dentistry. Elsevier Health Sciences.

- HICK J, GARCIA-GODOY F, FLAITSZ C. (2004). Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 2). *J Clin Pediatr Dent Winter.*, **28**(2):119-24.
- HILTON, T.J. (2002). Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. *Part 1. Am. J. Dent.*, **15**: 198-210.
- HITOSUGI M, MARUYAMA K, TAKATSU A. (1998). A case of fatal benzalkonium chloride poisoning. *Int J Legal Med.*, **111**(5):265-266.
- HOBSON RS, MCCABE JF.(2002) Relationship between enamel etch characteristics and resin-enamel bond strength. *Braz. Dent J.*, **192**: 463-468.
- HOLMES J. (2003). Clinical reversal of occlusal pit and fissure caries using ozone. *J Dent Res.*, **82**: 354.
- HOLMGREN CJ, ROUX D, DOMÉJEAN S. (2013). Minimal intervention dentistry: part 5. Atraumatic restorative treatment (ART)--a minimum intervention and minimally invasive approach for the management of dental caries. *Br Dent J.*, **214**(1): 11-8.
- HUJOEL P. (2009). Dietary carbohydrates and dental-systemic diseases. *J. Dent. Res.*, **88**: 490-502.
- HUTH KC, JAKOB FM, SAUGEL B, CAPPELLO C, PASCHOS E, HPLLWECK R, HICKEL R, BRAND K. (2006). Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *Eur J Oral Sci.*, **114**(5): 435-40.
- HUYSMANS M, LONGBOTTOM C, PITTS N. (1997). Electrical methods in occlusal caries diagnosis: An in vitro comparison with visual inspection and bite-wing radiography. *Caries Res.*, **32**: 324-329.
- HÜLSMANN M, HAHN W. (2000). Complications during root canal irrigation – literature review and case reports. *Int Endod J May.*, **33**(3): 186-193.
- IMAZATO S, TORII Y, TAKATSUKA T, INOUE K, EBI N, EBISU S. (2001). Bactericidal effect of dentin primer containing antibacterial monomer methacryloyloxydodecylpyridinium bromide (MDPB) against bacteria in human carious dentin. *J Oral Rehabil*, **28**(4): 314-319.
- INGLE JI, BAKLAND L, BAUMGARTNER J. (2008). Ingle's endodontics. 6th ed. Hamilton, Ontario, Canada: BC Decker Inc., 2008. p. 997–8.
- JACOBSEN T, SODERHOLM KJ. (1995). Some effects of water on dentin bonding. *Dent. Mater.*, **11**: 132-136.
- JOHANSSON E, CLAEISSON R, VAN DIJKEN J. (2009). Antibacterial effect of ozone on cariogenic bacterial species. *Journal of Dentistry.*, **37**(6):449 – 53

- KANEMURA N, SANO H, TAGAMI J. (1999). Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. *J Dent.*, **27**: 523-530.
- KAPDAN A, ÖZTAŞ N. (2015). Effects of chlorhexidine and gaseous ozone on microleakage and on the bond strength of dentin bonding agents with compomer restoration on primary teeth. *J Dent Sci Mar.*, **10**(1): 46-54.
- KERN M, DOUGLAS WH, FECHTIG T, STRUB JR, DELONG R. (1993). Fracture strength of all- porcelain, resin bonded bridges after testing in an artificial oral environment. *J Dent.*, **21**: 117-21.
- KENSHIMA S, FRANCCI C, REIS A, LOGUERCIO AD, FILHO LER, (2006). Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *J Dent*; **34**: 775-783
- KIDD E. (2005). The Disease and its management: The disease and its management. *Essentials of Dental Caries*. 3rd ed. Italy: Oxford University Press., p.22.
- KIDD EA, FEJERSKOV O. (2004). What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res.*, **83**(Spec No C:C), 35-8.
- KIDD EA, JOYSTON-BECHAL S, BEIGHTON D. (1993). Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. *Caries Res.*, **27**(5): 402-8.
- KIDD EAM. (1991). Role of chlorhexidine in the management of dental caries. *Int Dent J.*, **41**(5): 279-286.
- KIDD EA, JOYSTON-BECHAL S, SMITH MM, ALLAN R, HOWE L, SMITH SR. (1989). The use of a caries detector dye in cavity preparation. *Br Dent J.*, **167**:132-134.
- KNEZEVIC A, TARLE Z, MANDIC V, PRSKALO K, PANDURIC V. (2007). Primary fissure carious lesion reversal using ozone. *Acta Stomatol Croat.*, **41**: 31-38
- KOHYAMA K, HATAKEYAMA E, SASAKI T, DAN H, TERUAKI AZUMA T, KARITA K. (2004). Effects of sample hardness on human chewing force: a model study using silicone rubber. *Arch Oral Biol*, **49**: 805-816.
- KOMOROWSKI R, GRAD H, WU XY, FRIEDMAN S. (2000). Antimicrobial substantivity of chlorhexidine-treated bovine root dentin. *J Endod.*, **26**(6): 315-7.
- KONNO AN, SINHORETI MA, CONSANI S, CORRER SOBRINHO L, CONSANI RL. (2003). Storage effect on the shear bond strength of adhesive systems. *Braz Dent J*, **14**: 42-47.
- KOLENBRANDER PE. (2000). Oral microbial communities: Biofilms, interactions, and genetic systems. *Annu Rev Microbiol*, **54**: 413-437.

- KORAY F. (1981). Diş Çürükleri. İstanbul: Altın Matbaacılık.
- KORKUT B, TAĞTEKİN DA, YANIKOĞLU FÇ. (2011). Diş çürüklerinin erken teşhisi ve teşhiste yeni yöntemler: QLF, diagnodent, elektriksel iletkenlik ve ultrasonik sistem. *EÜ Dişhek Fak Derg.*, **32**: 55-67.
- KUGEL G, FERRARI M. (2000). The science of bonding: from first to sixth generation. *J. Am. Dent. Assoc.*, **131**: 20-25.
- KUMAR A, BHAGAWATI S, TYAGI P, KUMAR P. (2014). Current interpretations and scientific rationale of the ozone usage in dentistry: A systematic review of literature. *European Journal of General Dentistry.*, **3**(3): 175.
- KUNAWAROTE S, NAKAJIMA M, FOXTON RM, TAGAMI J. (2011). Effect of pretreatment with mildly acidic hypochlorous acid on adhesion to caries-affected dentin using a self-etch adhesive. *Eur J Oral Sci.*, **119**(1): 86-92.
- KUNAWAROTE S, NAKAJIMA M, SHIDA K, KITASAKO Y, FOXTON RM, TAGAMI J. (2010). Effect of dentin pretreatment with mild acidic HOCl solution on microtensile bond strength and surface pH. *J Dent.*, **38**(3):261-8.
- LANDA-SOLIS, C., GONZALEZ-ESPINOSA, D., GUZMAN-SORIANO, B., SNYDER, M., REYES-TERAN, G., TORRES, K., GUTIERREZ, A. A. (2005). Microcyn TM: a novel super-oxidized water with neutral pH and disinfectant activity. *J Hosp Infect*, **61**(4): 291-299.
- LAPENNA D, CUCCURULLO F. (1996). Hypochlorous acid and its pharmacological antagonism: an update picture. *General Pharmacology.*, **27**: 1145–7.
- LARSEN MJ. (1990). Chemical events during tooth dissolution. *J Dent Res.*, **69**(Spec No:575- 80): 634-6.
- LEE JJ, NETTEY-MARBELL A, COOK AJR, PIMENTA LA, LEONARD R, RITTER AV. (2007). Using extracted teeth for research: the effect of storage medium and sterilization on dentin bond strengths. *JADA*, **138**: 1599-1603
- LEGEROS RZ. (1991). Calcium phosphates in dental calculus and dental caries. In: LeGeros RZ, ed. Calcium Phosphates in Oral Biology and Medicine. Basel: Karger., p.130-53.
- LEINFELDER K.F. (2001). Dentin adhesives for the twenty-first century. *Dent. Clin. North. Am.*, **45**: 1–6.
- LEUNG RL, LOESCHE WJ, CHARBENEAU GT. (1980). Effect of Dycal on bacteria in deep carious lesions. *J Am Dent Assoc.*, **100**(2): 193-7.
- LI H, BURROW M, TYAS M. (2002). The effect of load cycling on the nanoleakage of dentin bonding systems. *Dent Mater*, **18**: 111-119.

- LINGSTROM, P., VAN HOUTE, J., KASHKET, S. (2000). Food starches and dental caries. *Crit Rev Oral Biol Med*, **11**(3): 366-380.
- LIST G, LOMMEL TJ, TILK MA, MURDOCH HG. (1987). Use of a dye in caries identification. *Quintessence Int.*, **18**(5): 343-345.
- LOPES GC, CARDOSO PC, VIEIRA LC, BARATIERI LN, RAMPINELLI K, COSTA G. (2006). Shear bond strength of acetone-based one-bottle adhesive systems. *Braz. Dent. J.*, **17**: 39-43.
- LUDDIN N, AHMED HM. (2013). The antibacterial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*: a review on agar diffusion and direct contact methods. *J Conserv Dent Jan.*, **16**(1): 9-16.
- LU KG, STULTZ CM.(2013). Insight into the degradation of type-I collagen fibrils by MMP-8. *Journal of Molecular Biology*. **425**: 1815-1825.
- LUSSI A, HIBST R, PAULUS R. (2004). DIAGNOdent: An optical method for caries detection. *J Dent Res.*, **83**: 80-83.
- LYNCH E. (2004). The revolution in dentistry. 1.ed. London .Quintessence Publishing Co.Ltd.
- LYNCH E. (2008). Evidence-based caries reversal using ozone. *J Esthet Res Dent.*, **20**(5): 218-22.
- LYNCH E. (2009). Comment on "The application of Ozone in dentistry: A systematic review of the literature". *J Dent.*, **37**(5): 406-10.
- LYNCH D, HOLMES J, STEIER L, MEGIGHIAN G, JOHSON ND, NABA'A LA, BAYSAN A, JOSHI D, GROOTVELD M, MARASHDEH M, SHORMAN H, SALEM OA. (2004). Successful treatment of caries using the Healozone.Part1. *Dental Horizons.*, **2**: 23-7.
- MAINNEMARE A, MEGARBANE B, SOUEIDAN A, DANIEL A, CHAPPLE IL. (2004) Hypochlorous acid and taurine-N monochloramine in periodontal diseases. *Journal of Dental Research.*, **83**:823-31.
- MANFRO ARG, REIS A, LOGUERCIO AD. (2010). Effect of chlorhexidine concentration on the bond strength to dentin in primary teeth. *Rev. Odonto Ciênc.*, **25**(1):88-91.
- MANSO AP, BEDRAN-RUSSO AK, SUH B, PASHLEY DH, CARVALHO RM. (2009). Mechanical stability of adhesives under water storage. *Dent Mater*, **25**: 744-749.
- MACARI S, GONÇALVES M, NONAKA T, DOSSANTOS JM.(2002) Scanning electron microscopy evaluation of the interface of three adhesive systems. *Braz. Dent. J.*, **13**: 33-38.

- MARCHESI G, PETRIS LC, NAVARRA CO, LOCATELLI R, DI LENARDA R, BRESCHI L, CADENARO M. (2012). Effect of ozone application on the immediate shear bond strength and microleakage of dental sealants. *Pediatr Dent.*, **34**(4): 284-288.
- MARSH PD. (1995). The role of microbiology in models of dental caries. *Adv Dent Res.*, **9**(3): 244-54.
- MARTIN S, MILTIADIS EM, KLAUS L, MATTHIAS K. (2009). In vitro evaluation of a mechanical testing chewing simulator. *Dent. Mater.*, **25**: 494-499.
- MATSUI R, CVITKOVITCH D. (2010). Acid tolerance mechanisms utilized by *Streptococcus mutans*, *Future Microbiol.*, **5**: 403–417.
- MAZZONI A, TJÄDERHANE L, CHECCHI V, DI LENARDA R, SALO T, TAY FR, PASHLEY DH, BRESCHI L. (2015). Role of dentin MMPs in caries progression and bond stability. *J Dent Res Feb.*, **94**(2): 241-251.
- MCDONOUGH WG, ANTONUCCI JM, HEJ, SHIMADA Y, CHIANG MY, SCHUMACHER GE, SCHULTHEISZ CR. (2002). A microshear test to measure bond strengths of dentin–polymer interfaces. *Biomaterials*, **23**(17): 3603-3608.
- MEIERS JC, KRESIN JC. (1996). Cavity disinfectants and dentin bonding. *Oper Dent*, **21**(4):153–159.
- MEIERS JC, SHOOK LW. (1996). Effect of disinfectants on the bond strength of composite to dentin. *Am J Dent Feb.*, **9**(1): 11-14.
- MENA-SERRANO A, KOSE C, DE PAULA EA, TAY LY, REIS A, LOGUERCIO AD, PERDIGÃO J. (2013). A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. *J Esthet Restor Dent.*, **25**: 55-69.
- MOHAMMADI Z, ABBOTT PV. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J Apr.*, **42**(4): 288-302.
- MOHAMMED HA, ALI G, BAROUDI K. (2014). The Effect of Different Disinfecting Agents on Bond Strength of Resin Composites. *Int J Dent*, **2014**: 231235. doi: 10.1155/2014/231235.
- MOHAN PV, ULOOPI KS, VINAY C, RAO RC. (2016). In vivo comparison of cavity disinfection efficacy with APF gel, propolis, diode laser, and 2% chlorhexidine in primary teeth. *Contemp Clin Dent Jan-Mar.*, **7**(1):45-50.
- MOLL K, PARK HJ, HALLER B. (2002) Bond strength of adhesive composite combinations to dentin involving total and self-etch adhesives. *J. Adhes. Dent.*, **4**: 171-80.

- MONTES MAJR, DE GOES MF, SINHORETTI MAC. (2005) The in vitro morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: A SEM evaluation. *Oper Dent.*, **30**: 201-212.
- MORNEBURG TR, PROSCHEL PA. (2002). Measurement of masticatory forces and implant loads: a methodologic clinical study. *Int J Prosthodont.*, **15**: 20-27.
- MOTISUKI C, MONTI LL, SPOLIDORIO DMP, SANTOS-PINTO L. (2005). Influence of sample type and collection method on *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* counts in the oral cavity. *Arch Oral Biol*, **50**: 341-345.
- MUÑOZ MA, LUQUE I, HASS V, REIS A, LOGUERCIO AD, BOMBARDA NH. (2013). Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent.*, **41**: 404-411
- NAGAYOSHI M, FUKUIZUMI T, KITAMURA C, YANO J, TERASHITA M, NISHIHARA T. (2004). Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiol Immunol.*, **19**:240-246.
- NAIK SV, RAJESHWARI K, KOHLI S, ZOHABHASAN S, BHATIA S. (2016). Ozone – a biological therapy in dentistry – reality or myth? *Open Dent J.*, **10**: 196-206.
- NAKABAYASHI N, TAKARADA K. (1992). Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dent. Mater.*, **8**: 125-130.
- NAKABAYASHI N, PASHLEY DH. (1998). Acid Conditioning and Hybridization of Substrates. Hybridization of Dental Hard Tissues (s.37-56). Osaka: Quintessence Publishing Co, Inc.
- NAKAJIMA M, KUNAWAROTE S, PRASANSUTTIPORN T, TAGAMI J. (2011). Bonding to caries-affected dentin. *Japanese Dental Science Review.*, **47**: 102-114.
- NAZEMISALMAN B, FARSADEGHI M, SOKHANSANJ M. (2015). Types of lasers and their applications in pediatric dentistry. *J Lasers Med Sci Summer.*, **6**(3): 96-101.
- NEWBURN E. CARIOLOGY. (1989). 3rd Ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc.
- NEWBRUN E. (1989a). Cariology. Quintessence Publishing Co, Inc, USA. p: 1-30.
- NG SY, FERGUSON MWJ, PAYNE PA, SLATER P. (1998). Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth, A new method for detecting early caries. *J Dent.*, **16**: 201-209.
- NOGALES CG, FERRARI PH, KANTOROVICH EO, LAGE-MARQUES JL. (2008). Ozone therapy in medicine and dentistry. *J Contemp Dent Pract.*, **9**(1):75-84.

- OHNO H, ARAKI Y, ENDO K, YAMANE Y, KAWASAHIMA I. (1996). Evaluation of water durability at adhesion interfaces by peeling test of resin film. *Dent Mater J.*, **15**: 183-192
- ÖNAL B, ÖZATA F, DIEKWISCH TGH. (2003). Diş sert dokularında taramalı elektron mikroskobu atlası. Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir.
- ÖZEL E, YURDAGÜVEN H, SAY EC, KOCAGÖZ S. (2005). Fosforik asit ve dezenfektan solüsyonların *Streptococcus Mutans*'a karşı antibakteriyel etkisinin saptanması. *Hacettepe Diş Hek Fak Derg.*, **29**(4): 8-14.
- ROBERSON TM, HEYMANN OH, SWIFT EJ. STURDEVANT'S. (2010). Art and Science of Operative Dentistry, Güran S, Yalcin Cakir F, 3. Bölüm: Karyoloji: Lezyon, Etiyoloji, Önleme ve Kontrol (Cariology: The Lesion, Etiology, Prevention and Control), Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, p. 67- 134.
- RUTALA WA, WEBER DJ. (1997). Uses of inorganic hypochlorite(bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev.*, **10**(4): 597-610.
- PALAIA G, GAIMARI G, GIUDICE RL, GALANAKIS A, TENORE G, ROMEO U. (2011). Excision of an oral angiolipoma by KTP laser: a case report. *Ann Stomatol.*, **2**(1-2):28-31.
- PAMEIJER CH, STANLEY HR. (1998). The disastrous effects of the “total etch” technique in vital pulp capping in primates. *Am J Dent Jan.*, **11**: 45-54.
- PANGSRISOMBOON B, HARNIRATTISAI C, NILSRI K, BORROW MF. (2007). Microtensile bond strength of self-etching systems to differently prepared dentin. *Am J Dent.*, **20**: 259-305.
- PASHLEY DH, SANO H, CIUCCHI B, YOSHIYAMA M, CARVALHO RM. (1995). Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent Mater*, **11**(2):117-125.
- PASHLEY DH, TAY FR, BRESCHI L, TJÄDERHANE L, CARVALHO RM, CARRILHO M, TEZVERGİL-MUTLUAY A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.*, **27**: 1-16.
- PASHLEY DH, TAY FR, YIU C, HASHIMOTO M, BRESCHI L, CARVALHO RM, ITI S. (2004). Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res.*, **83**: 216-221.
- PAZINATTO FB, CAMPOS BB, COSTA LC, ATTA MT. (2003). Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations. *Pesqui Odontol Bras.*, **17**: 337- 341.
- PEKER D, ÖZÇELİK B. (1993). Sodyum hipokloritin fiks ve fiks olmayan insan pulpa dokularını çözücü etkisi. *HÜ Dis Hek Fak Derg.*, **21**: 21-3.

- PERDIGAO J, GOMES G, GONDO R, FUNDINGSLAND JW.(2006). In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part 1- Microtensile bond strengths. *J. Adhes. Dent.*, **8** :367-373.
- PERDIGAO J, LOPES M, GERALDELI S, LOPES GC, GARCIA-GODOY F. (2000). Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater.*, **16**(5):311-23.
- PERDIGÃO J, LOPES L, LAMBRECHTS P, LEITÃO J, VAN MEERBEEK B, VANHERLE G. (1997). Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am. J. Dent.*, **10**: 141-146
- PERDIGÃO J, SEZINANDO A, MONTEIRO PC. (2012). Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am. J. Dent.*, **25**: 153-158.
- PERDIGAO J, SWIFT EJ. (2006). Fundamental concepts of enamel an dentin adhesion. *Oper. Dent.*, Ed. T.M. Roberson. St. Louis, Missouri Mosby Elsevier, p.:117.
- PERDIGAO J, SWIFT EJ. (2011). Mine ve dentin adezyonunun temel kavramları. In: T. M. Roberson, H.O. Heymann and E.J. Swift. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 5 ed. Ankara: Güneş tıp kitabevleri.
- PERINKA, L., SANO, H., HOSODA, H. (1992). Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater.*, **8**(4): 229-233.
- PEUMANS M, DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B.(2005).Three-year clinical effectiveness of a two-step adhesive in cervical lesions. *Eur. J. Oral. Sci.*, **113**: 512-518.
- PEUMANS M, DE MUNCK J, VAN LANDUYT KL, POITEVIN A, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B. (2010). Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater.*, **26**: 1176-1184.
- PIRES PT, FERREIRA JC, OLIVEIRA SA, SILVA MJ, MELO PR. (2013). Effect of ozone gas on the shear bond strength to enamel. *J Appl Oral Sci*, **21**(2): 177-182.
- PITTS NB. (1997). Diagnostic tools and measurements - impact on appropriate care. *Community Dent Oral Epidemiol.*, **25**: 24-35.
- PIVA E, MARTOS J, DEMARCO FF. (2001). Microleakage in amalgam restorations: influence of cavity cleanser solutions and anticariogenic agents. *Oper Dent.*, **26**(4): 383-8.
- POHLHAUS SR. (2018). Lasers in dentistry: minimally invasive instruments for the modern practice. Available from: <http://www.dentalcare.com/en-US/dental-education/continuing-education/ce394/ce394.aspx>.

- POLYDOROU O, PELZ K, HAHN P. (2006) Antibacterial effect of an ozone device and its comparison with two dentin bonding systems. *Eur J Oral Sci.*, **114**(4):349-353.
- REDDY MS, MAHESH MC, BHANDARY S, PRAMOD J, SHETTY A, PRASHANTH MB. (2013). Evaluation of effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin using two-step self-etch and one-step self-etch bonding systems: a comparative in vitro study. *J Contemp Dent Pract Mar 1.*, **14**(2): 275-280.
- REIS A, ALBUQUERQUE M, PEGORARO M, MATTEI G, BAUER JR, GRANDE RH, KLEIN-JUNIOR CA, BAUMHARDT-NETO R, LOGUERCIO AD. (2008). Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? *J. Dent.*, **36**: 309-315.
- ROBERSON TM, HEYMANN HO, SWIFT EJ. (2002). Sturdevant's Art & Science of Oper. Dent. Fourth Edition Missouri: Mosby., 235-261.
- ROBERSON TM, HEYMANN HO, SWIFT EJ JR. (2005). Sturdevant's Art and science of operative dentistry. Fifth Edition. St. Louis, Missouri, Elsevier Mosby.
- ROBERSON TM. (2006). Cariology: The lesion, Etiology, Prevention, and control. In: Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ, eds. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. Fifth ed. St. Louis, Missouri: Mosby elsevier.,ö: 65-134.
- ROBERSON TM, HEYMAN HO, SWIFT EJ. (2011). Introduction to art and science of operative dentistry. 5th ed. St Louis: Mosby Co., p.67-134.
- ROSENBERG L, ATAR M, DARONCH M, HONIG A, CHEY M, FUNNY MD, CRUZ L. (2013). Prospective study of indirect pulp treatment in primary molars using resin-modified glass ionomer and 2% chlorhexidine gluconate: a 12-month follow-up. *Pediatr Dent Jan-Feb.*, **35**(1):13-17.
- ROSSI-FEDELE G, FIGUEIREDO JA, STEIER L, CANULLO L, STEIER G, ROBERTS AP. (2010). Evaluation of the antimicrobial effect of super-oxidized water (Sterilox®) and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* in a bovine root canal model. *J Appl Oral Sci*, **18**(5): 498-502.
- RÔÇAS IN, LIMA KC, ASSUNÇÃO IV, GOMES PN, BRACKS IV, SIQUEIRA JF JR. (2015). Advanced Caries Microbiota in Teeth with Irreversible Pulpitis. *J Endod.*, **41**(9):1450-5.
- RUEGGEBERG FA. (1991). Substrate for adhesion testing to tooth structure –review of the literature. *Dent. Mater*, **7**: 2-10.
- RUTALA WA, WEBER DJ. (1997). Uses of inorganic hypochlorite(bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev.*, **10**(4): 597-610.

- SAINI R. (2011). Ozone therapy in dentistry: a strategic review. *J Nat Sci Biol Med Jul.*, **2**(2): 151-153.
- SAMARANYAKE L. (2007). Essential Microbiology for Dentistry. China: Churchill Livingstone Elsevier, Bölüm:11.
- SANCAKLI H Ş. (2010). Dentin bağlayıcı sistemler ve hibrit tabakanın oluşturulması. *İstanbul Üni Diş Hek Fak Derg.*, **44**(2):189-195.
- SANO H, SHONO T, SONODA H, TAKATSU T, CIUCCHI B, CARVALHO R, PASHLEY DH. (1994). Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater*, **10**(4):236-240.
- SANO H, YOSHIKAWA T, PEREIRA PN, KANEMURA N, MORIGAMI M, TAGAMI J, PASHLEY DH. (1999) Long-term durability of dentin bonds made with a self etching primer, in vivo. *J Dent Res.*, **78**: 906-911.
- SASSI JF, CHIMELLO DT, BORSATTO MC, CORONA SA.M. CORONA, PECORA JD, PALMA-DİBB RG. (2004). Comparative Study of the Dentin/Adhesive Systems Interface After Treatment With Er:YAG Laser and Acid Etching Using Scanning Electron Microscope Lasers in Surgery and Medicine 34:385–390
- SAY EC, KORAY F, TARIM B, SOYMAN M, GÜLMEZ T. (2004). In vitro effect of cavity disinfectants on the bond strength of dentin bonding systems. *Quintessence Int.*, **35**(1): 56–60.
- SCHAEKEN MJM, DE JONG MH, FRAKEN HCM, VAN DER HOEVEN JS. (1986). Effects of highly concentrated stannous fluoride and chlorhexidine regimes on human dental plaque flora. *J Dent Res.*, **65**:57-63.
- SCHEIE AA. (1989). Modes of Action of Currently Known Chemical Anti-plaque Agents other than Chlorhexidine. *J Dent Res.*, **68**(Spec Iss): 1609-16.
- SCHERRER SS, CESAR PF, SWAIN MV. (2010). Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater*, **26**(2): 78-93.
- SCHWENDICKE F, PARIS S, TU YK. (2015). Effects of using different criteria for caries removal: a systematic review and network meta-analysis. *J Dent.*, **43**(1): 1-15.
- SELKON JB, BABBT JR, MORRIS R. (1999). Evaluation of the antimicrobial activity of a new super-oxidized water, Sterilox®, for the disinfection of endoscopes. *J Hosp Inf*, **41**(1): 59-70.
- SELWITZ RH, ISMAIL AI, PITTS NB. (2007). Dental caries. *Lancet*, **369**(9555):51-59.

- SENAWONGSE P, HARNIRATTISAI C, SHIMADA Y, TAGAMI J. (2004). Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Oper Dent.*, **29**(2): 196-202.
- SETTEMBRINI L, BOYLAN R, STRASSLER H, ET AL. (1997). A comparison of antibacterial activity of etchants used for a total etch technique. *Oper Dent.*, **22**(2): 84-88.
- SEZINANDO A., (2014). Looking for the ideal adhesive a review. *Med. Dent. Cir. Maxilofac.*, **5**: 194–206.
- SHARMA V, NAINAN MT, SHIVANNA V. (2009). The effect of cavity disinfectants on the sealing ability of dentin bonding system: An in vitro study. *J Conserv Dent.*, **12**(3): 109–113.
- SHARMA V, RAMPAL P, KUMAR S. (2011). Shear bond strength of composite resin to dentin after application of cavity disinfectants–SEM study. *Contemp Clin Dent*, **2**(3): 155-159.
- SIQUEIRA JF JR, RÔÇAS IN, FAVIERI A, LIMA KC. (2000) Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1 %, 2.5 %, and 5.25 % sodium hypochlorite. *J Endod.*, **26**(6): 331-4.
- SOARES CJ, PEREIRA CA, PEREIRA JC, SANTANA FR, DO PRADO CJ. (2008). Effect of chlorhexidine application on microtensile bond strength to dentin. *Oper Dent.*, **33**(2): 183– 8.
- SOLOVYEVA AM, DUMMER PM. (2000). Cleaning effectiveness of root canal irrigation with electrochemically activated anolyte and catholyte solutions: a pilot study. *Int Endod J.*, **33**(6):494-504.
- SONGSIRIPRADUBBOON S, HAMBA H, TRAIRATVORAKUL C, TAGAMI J. (2014). Sodium fluoride mouthrinse used twice daily increased incipient caries lesion remineralization in an in situ model. *J Dent.*, **42**(3):271-8.
- SPENCER HR, IKE V, BRENNAN PA. (2007). The use of sodium hypochlorite in endodontics – potential complications and their management. *Br Dent J.*, **202**(9): 555-559.
- SPIERINGS T, PETERS M, BOSMAN F, PLASSCHAERT M. (1987). Verification of theoretical modeling of heat transmission in teeth by in vivo experiment. *J Dent Res.*, **66**: 1336-1339.
- STRAUSS RA. (2001). Esthetics and laser surgery. "Esthetic Dentistry" (Ed.Ascheim KW ve Dale BG)'de 2. baskı, Mosby, St. Louis, s. 441-51.
- STÜBINGER S, SADER R, FLIPPI A. (2006). The use of ozone in dentistry and maxillofacial surgery:a review. *Quintessence Int.*, **37**(5):353-359.

- SUMMITT JB, ROBBINS JW, HILTON TJ, SCHWARTZ RS, DOS SANTOS J. (2006). Fundamentals of Operative Dentistry, A Contemporary Approach. (3th ed). London: Quintessence Publishing Co. Ltd.
- SWIFT EJ JR, PERDIGÃO J, HEYMANN HO. (1995) Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence*, **26**: 95-110.
- TAPPER R, SMITH J, COCKING C, BEECH I. (1998). Atomic force microscopy study of the biocidal effect of super-oxidised water, Sterilox.
- TAY FR, PASHLEY DH. (2003a). Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J. Can. Dent. Assoc.*, **69**: 726-731.
- TAY FR, PASHLEY DH. BONDING TO CUT ENAMEL, ELIADES G, WATTS DC, ELIADES T. (2005). Dental Hard Tissues and Bonding, Western Europe: Springer Verlag., 16-21.
- TAY FR, PASHLEY DH., YOSHIYAMA M. (2002). Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res.*, **81**: 472-476.
- TESHIMA I. (2010). Degradation of 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate. *Journal of Dental Research.*, **89**: 1281-1286.
- TJADERHANE L, NASCIMENTO FD, BRESCHI L, MAZZONI A, TERSARIOL IL, GERALDELI S, TEZVERGIL-MUTLUAY A, CARRILHO MR, CARVALHO RM, TAY FR, PASHLEY DH. (2013). Optimizing dentin bond durability: control of collagen degradation by matrix metalloproteinases and cysteine cathepsins. *Dent Mater.*, **29**: 116-135.
- TORII Y, ITOU K, NISHITANI Y, ISHIKAWA K, SUZUKI K. (2002) Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *Am J Dent.*, **15**: 305-308.
- TOTU FI. (2006). Kavite dezenfektanlarının ve antibakteriyel dentin bonding sisteminin, kompozit restorasyonların mikrosızıntı ve bağlanma kuvvetlerine etkisi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- TULUNOĞLU O, AYHAN H, OLMEZ A, BODUR H. (1998). The effect of cavity disinfectant on micro leakage in dentin bonding system. *J Clin Pediatr Dent Summer.*, **22**(4): 299-305.
- TÜRKÜN LŞ, ERGÜCÜ Z. (2004). Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerinin karşılaştırılması. *Gazi Univ. Dis. Hek. Fak. Derg.*, **21**: 143-151.
- TÜRKÜN M, TÜRKÜN LS, ATEŞ M. (2004). Antibacterial activity of cavity disinfectants. *Balk J Stom.* **8**: 214-219.
- TEKÇE N, DEMIRCI M. (2014). Mikrogerilim Bağlanma Dayanım Testi ve Sonuçlarını Etkileyen Etkenler. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg.*, **24**(1): 134-152.

- TWETMAN S. (2004). Antimicrobials in future caries control? A review with special reference to chlorhexidine treatment. *Caries Res May-Jun.*, **38**(3):223-229.
- TYAS MJ, BURROW MF. (2004). Adhesive restorative materials: A review. *Aust. Dent. J.*, **49**: 112–121
- UYGUN G. (2007). Diş Hekimliğinde El Hijyeni ve Lateks Allerjisi. 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 648-661.
- WAGNER A, WENDLER M, PETSCHLT A, BELLI R, LOHBAUER U. (2014). Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent.*, **42**: 800-807.
- WANG Y, SPENCER P, WALKER MP. (2007). Chemical profile of adhesive/cariesaffected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. *J Biomed Mater Res A.*, **81**:279-286.
- WEST NX, JOINER A. (20014). Enamel mineral loss. *Jdent.*, **42**: 2–11.
- VAN LANDUYT KL, MINE A, DE MUNCK J, JAECQUES S, PEUMANS M, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B. (2009).Are onestep adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. *J Adhes Dent.*, **11**:175-190.
- VAN LANDUYT KL, PEUMANS M, DE MUNCK J, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B. (2006) Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mater.*, **22**: 533-544.
- VAN MEERBEEK B, VARGAS M, INOUE S, YOSHIDA Y, PEUMANS M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. (2001a). Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper. Dent.*. **6**: 119–144.
- VAN MEERBEEK B, INOUE S, PERDIGAO J, LAMBRECHTS P, VANHERLE G.(2001b) Enamel and dentin adhesion. Fundamentals of operative dentistry (Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS, ed). Second edition. Carol Stream, Quintessence 178-235.
- VAN MEERBEEK B, KANUMILLI P, DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, VIJAY P, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. (2003).Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.*, **28**: 215-235.
- VAN MEERBEEK B, PEUMANS M, POITEVIN A, MINE A, VAN ENDE A, NEVES A, DE MUNCK J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*, **26**(2): 100-121.
- VAN MEERBEEK B, YOSHIHARA K, YOSHIDA Y, MINE A, DE MUNCK J, VAN LANDUYT KL.(2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.*, **27**: 17-28.

- VAN STRIJP AJP, STEENBERGEN TJM, CATE JM. (1997). Effects of chlorhexidine on the bacterial colonization and degradation of dentin and completely demineralized dentin in situ. *Eur J Oral Sci.*, **105**: 27-35.
- VARONI E, TARCE M, LODI G, CARRASSI A. (2012). Chlorhexidine (CHX) in dentistry: state of the art. *Minerva Stomatol.*, **61**(9): 399-419.
- VERMA SK, MAHESHWARI S, SINGH RK, CHAUDHARI PK. (2012). Laser in dentistry: an innovative tool in modern dental practice. *Natl J Maxillofac Surg Jul.*, **3**(2):124-132.
- VIANNA ME, GOMES BP, BERBER VB, ZAIA AA, FERRAZ CC, DE SOUZA-FILHO FJ. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod Jan.*, **97**(1):79-84.
- VIEIRA RDE S, DA SILVA IA JR. (2003). Bond strength to primary tooth dentin following disinfection with a chlorhexidine solution: An in vitro study. *Pediatr Dent.*, **25**(1): 49-52
- YAMAUTI M, HASHIMOTO M, SANO H, OHNO H, CARVALHO RM, KAGA M. (2003) Degradation of resin-dentin bonds using NaOCl storage. *Dent. Mater.*, **19**: 399-405.
- YANIKOĞLU FÇ, ÖZTURK F, HAYRAN O, ANALOUI M, STOOKEY GK. (2000). Detection of natural white spot lesions by an ultrasonic system. *Caries Res.*, **34**: 225-232.
- YAPAR MI, ÇELİK N, SEVEN N. (2017). Effect of Different Cavity Disinfectants on Bond Strength of a Posterior Composite. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci.*, **23**(2): 96-101.
- YU-SEOK J, JAE-WHANG L, YEON-JO C, JIN-SOO A, SANG-WAN S, JUNG-BO H. A (2010). Study on the in-vitro wear of the natural tooth structure by opposing zirconia or dental porcelain. *J Adv Prosthodont*, **2**: 111-115.
- ZERO DT. (1999). Dental caries process. *Dent Clin N Am.*, **43**: 635-664.
- ZHENG P, ZARUBA M, ATTIN T, WIEGAND A. (2015). Effect of different matrix metalloproteinase inhibitors on microtensile bond strength of an etch-and-rinse and a self-etching adhesive to dentin. *Oper Dent.*, **40**(1):80-86.
- ZORBA YO, BAYINDIR YZ, YILDIZ M. (2004).Geçmişten günümüze dentin bonding ajanlar. *Atatürk Univ Dis Hekim Fak Derg.*, **14**: 70-78.

ÖZGEÇMİŞ

I. Bireysel Bilgiler

Adı : Tuğçe
Soyadı : Tartıcı
Doğum Yeri ve Tarihi : Trabzon- 15/05/1989
Uyruğu : TC
Medeni Durumu : Evli
İletişim Adresi ve Telefonu : Emek mah. Bişkek cad. no:62 Buket Apt. A blok D:11/
Telefon No :05549272902
Elektronik Posta : tugcereis89@gmail.com

II. Eğitim Bilgileri

2017-2020 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi
Uzmanlık Eğitimi

2008-2014 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

2003-2007 Kanuni Anadolu Lisesi

2000-2003 Cumhuriyet İlköğretim Okulu

1996-2000 Cudibey İlköğretim Okulu

Yabancı Dil: İngilizce

III. Ünvanları

2014- Diş Hekimi

2017 -Uzmanlık Öğrencisi

IV. Bilimsel İlgili Alanları:

Yayınları:

Ulusal Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1-Mehmet Tartıcı, **Tuğçe Tartıcı**, Başar Karaca, Gürkan Gür. Antibiofilm Activities of Fluoride Releasing Restorative Materials. Balkan Journal of Dental Medicine 2020, November Vol. 24 (No. 3)

Uluslar Arası Bilimsel Toplantılarda Takdim Edilen ve Bildiri Kitabında Basılan Posterler

1- **Tuğçe Tartıcı**, Gulbike Demirel, Gurkan Gur. Micro-invasive Approach For Treating Proximal Incipient Caries Lesion. 24th Congress of the BaSS. 9-11 May 2019. Tirana, Albania.

Sözlü sunum:

1- Fulya Aydın, **Tuğçe Tartıcı**, Mehmet Tartıcı, Gulbike Demirel, Gurkan Gur Universal Dental Adezivlerin Farklı Asitleme Modlarının Dentini Islatabilirliği ve Mikro-makaslama Bağlanma Dayanımına Etkisi. 23. Uluslararası Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kongresi