



T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

**NORMAL VEYA KONTAMİNE DENTİNE
UYGULANAN ÇEŞİTLİ YÜZEY İŞLEMLERİNİN
REZİN-DENTİN MAKASLAMA BAĞLANMA
DAYANIMINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ
DT. TUĞÇE BALOĞLU GÖNCÜ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Nasibe Aycan YILMAZ

AYDIN-2019

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

**NORMAL VEYA KONTAMİNE DENTİNE
UYGULANAN ÇEŞİTLİ YÜZEY İŞLEMLERİNİN
REZİN-DENTİN MAKASLAMA BAĞLANMA
DAYANIMINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ
DT. TUĞÇE BALOĞLU GÖNCÜ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Nasibe Aycan YILMAZ

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Birimi tarafından
DHF-17008 proje numarası ile desteklenmiştir

AYDIN-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Restoratif Diş Hekimliği Uzmanlık Programı çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma aşğıdaki jüri tarafından ‘Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi’ olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 17/07/2019

Jüri Başkanı

Doç. Dr. Özgür IRMAK

Eskişehir Osmangazi
Üniversitesi Diş Hekimliği
Faköltesi



Tez Danışmanı
Üye

Doktor Öğretim Üyesi
Nasibe Aycan YILMAZ

Aydın Adnan Menderes
Üniversitesi
Diş Hekimliği Faköltesi



Üye

Doktor Öğretim Üyesi
Göl DİNÇ ATA

Aydın Adnan Menderes
Üniversitesi
Diş Hekimliği Faköltesi



TEŞEKKÜR

Lisans eğitimimle başlayıp uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca devam eden bu zorlu süreçte bana yol gösteren, tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, yardım ve desteğini asla esirgemeyen, değerli tez danışmanım, hocam Dr. Öğr. Üyesi Nasibe Aycan YILMAZ'a;

Uzmanlık eğitiminin başlangıcından bitimine kadar önerileri ve yardımları ile yanımda olan, anlayış ve desteklerini unutmayacağım değerli hocam; Dr. Öğr. Üyesi Gül DİNÇ ATA'ya; tez sunum sürecimdeki yönlendirmeleri ve tavsiyelerinden dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Özge ÇELİKSÖZ'e;

Tez konumu proje olarak değerlendirerek destekleyen ve tez çalışmalarımın maddi giderlerini karşılayan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına;

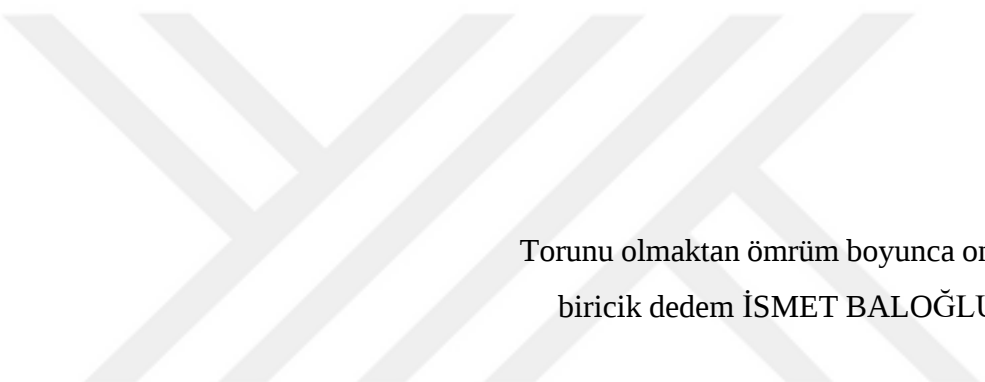
Uzmanlık eğitimim boyunca desteklerini ve yardımlarını benden esirgemeyen değerli asistan arkadaşlarım Esmâ BALIN, Gülfer Cansu ORAL TETİK ve bölüm çalışanlarımıza; tanıştığımız günden itibaren her konuda desteğini hissettiğim, birlikte çalışmaktan çok büyük bir keyif aldığım sevgili ablam, değerli hemşiremiz Nuran BİLİNÇ'e,

Uzmanlık eğitim sürecim boyunca bazen bir hekim, bazen bir arkadaş, çoğu zaman da bir kardeş gibi yanımda bulunan, pek çok kıymetli anı ve zor zamanı paylaştığımız sevgili arkadaşım Şeyma ERDOĞAN'a;

Bugünlere gelmemde sonsuz emek sahibi olan canım annem, baştacım Sevgi KOYUNCU'ya ve hayatımın her döneminde olduğu gibi tez sürecimde de yardımlarını benden esirgemeyen bir tanecik kız kardeşim, dert ortağım, kıymetlim Buse BALOĞLU'na;

Ve son olarak hayatıma girdiği ilk andan itibaren sevgisi ile bana her zaman güç veren, bu yorucu dönemde tüm kalbiyle bana inanan, her kararında yanımda olup anlayışı ve bilgisi ile destek olan, varlığıyla yaşamıma anlam katan hayat arkadaşım Ali GÖNCÜ'ye

Sonsuz Teşekkürlerimi Sunarım...



Torunu olmaktan ömrüm boyunca onur duyacağım
biricik dedem İSMET BALOĞLU'na ithafen...

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
RESİMLER DİZİNİ.....	ix
TABLOLAR DİZİNİ.....	x
EKLER DİZİNİ.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Adezyon.....	4
2.2. Mine Yapısı ve Mine Dokusuna Adezyon.....	5
2.3. Dentin Yapısı ve Dentin Dokusuna Adezyon.....	5
2.3.1. Selektif Dentin Demineralizasyonu.....	8
2.4. Adeziv Rezınlerin Sınıflandırılması.....	9
2.4.1. Asitlenen ve Yıkanan (KTE) Adeziv Sistemler.....	9
2.4.2. Kendinden Asitli (SE) Adeziv Sistemler.....	10
2.4.3. Cam İyonomer Adezivler.....	10
2.4.4. Ünıversal Adezivler.....	10
2.5. Klinikte Adezyonu Etkileyen Faktörler.....	12
2.6. Rezın Dentin Bağlanma Arayüzünün Stabilitesini Arttırmaya Yönelik Yaklaşımlar.....	15
2.7. Bağlanma Dayanımı Testleri.....	18
2.7.1. Makaslama (Shear) Bağlanma Dayanımı Testi.....	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
3.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Ekipmanlar.....	20
3.2. Çalışmada Kullanılan Materyal ve İçerikleri.....	21
3.3. Örneklerin Hazırlanması.....	23
3.4. Örneklerin Gruplandırılması.....	23
3.5. Örneklerde Kontaminasyon Oluşturma ve Kontaminasyon Uzaklaştırma İşlemlerinin Uygulanması.....	26
3.6. Dentin Yüzeylerine Kompozit Rezın Restorasyon Yapılması.....	30

3.7. Termal Yaşlandırma.....	31
3.8. Kompozit Resin-Dentin Makaslama Bağlanma Dayanımı Analizi.....	32
3.9. İstatistiksel Analiz.....	34
4. BULGULAR.....	35
4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Bulguları.....	35
4.2. Stereomikroskop Analizi Bulguları.....	38
5. TARTIŞMA.....	40
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR.....	54
EKLER.....	71
ÖZGEÇMİŞ.....	72



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
<	: ‘den küçüktür
>	: ‘den büyüktür
=	: Eşittir
≈	: Yaklaşık
°C	: Santigrat derece
Ark	: Arkadaşları
Dk	: Dakika
μm	: Mikrometre
sn	: Saniye
gr	: Gram
mm	: Milimetre
mm ²	:Milimetrekare
nm	: Nanometre
MPa	: Mega Pascal
N	: Newton
Gr	: Grup
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü (Internatioal Organization For Standardization)
LED	: Işık Yayan Diyot (Light Emitting Diode)
EDTA	: Etilendiamintetraasetikasit
MDP	: 10- Metakriloksidesildihiydrojenfosfat
MCAP	: Metakrilatkarboksilikasitpolimer
GMDP	: Gliserofosfatdimetakrilat
PAC	: Polialkenoikasitkopolimeri
PENTA	: Dipentaeritrolpentaakrilatmonofosfat
4-META	: 4- Metakrilotsietil Trimelliat Anhidrit
MMP	: Matrismetalloproteinaz
HEMA	: 2-Hidroksietilmetakrilat
Bis-GMA	: Bisglisidilmetakrilat
ABS	: Ankaferd Blood Stopper
TEG-DMA	: Trietilenglikoldimetakrilat

CHX	: Klorheksidin
PA	: Proantosiyandin
PAK	: Polimerik Asit Kopolimeri
Ga	: Gallik Asit
MGa	: Metil Gallat
PGa	: Propil Gallat
PGG	: Pentagalloil Esteri
SE	: Self Etch
TE	: Total Etch
KTE	: Konvansiyonel Total Etch
MTE	: Modifiye Total Etch
MBD	: Makaslama Bağlanma Dayanımı
SUA	: Scotchbond Universal Adeziv

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Değme açısı (a) büyük değme açısı, (b) küçük değme açısı.....	4
Şekil 2. Ortalama MBD verilerinin çizgi grafiği ile gösterimi.....	36
Şekil 3. Ortalama MBD verilerinin sütun grafiği ile gösterimi.....	37



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: (a) Ankaferd kanama durdurucu ve (b) pH metre 1’de ABS’nin pH değeri.....	22
Resim 2: (a) Gallik asit ve (b) pH metre 2’de %10’luk konsantrasyonda hazırlanan Gallik asit solüsyonunun pH değeri.....	22
Resim 3: Çalışmada kullanılan (a) 180 adet dentin örneği (b) GrS’de yer alan örnekler.....	23
Resim 4: Çalışmada kullanılan (a) radyometre cihazı ve (b) ışık şiddetinin ölçülmesi.....	29
Resim 5: (a,b,c) Çalışmada yer alan bir örnekte donörden alınan taze kapiller kan ile kontaminasyonun oluşturulması.....	30
Resim 6: Çalışmada kullanılan (a) mikrohbrit kompozit rezin restorasyon materyali (Filtek Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD), (b) %35’lik fosforik asit jeli (K-Etchant, Kuraray, New York, ABD), (c) üniversal adeziv sistem ve uygulama aplikatörleri (Scotchbond Üniversal Refil, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ve (d) standart boyuttaki silikon kalıplar	31
Resim 7: Çalışmada kullanılan termal siklus cihazı.....	31
Resim 8: (a) Çalışmada kullanılan makaslama bağlanma dayanımı test cihazı (b,c) bir örneğin makaslama bağlanma dayanımı cihazına yerleştirilmesi.....	32
Resim 9: Makaslama bağlanma test cihazının bağlı olduğu bilgisayardaki yazılıma kesit alanı, kafa hızı (hareket hızı), ve uygulanacak maksimum yük (limit yük) ile ilgili veri girişinin yapılması.....	32
Resim 10: Çalışmada kullanılan stereomikroskop.....	33
Resim 11: Örneklerde tespit edilen kırılma tiplerinin stereomikroskop görüntüleri (a) adeziv tip başarısızlık, (b) koheziv tip başarısızlık ve (c) karma tip başarısızlık.....	33

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1: Çalışmada kullanılan cihaz ve ekipmanlar.....	20
Tablo 2: Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri.....	21
Tablo 3: Çalışmada yer alan örneklerin üniversal adeziv sistemin uygulanma yaklaşımına göre sınıflandırılması.....	25
Tablo 4: Post-hoc Tukey HSD testi ile ikili grup karşılaştırmaları.....	35
Tablo 5: Grupların ortalama MBD verilerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.....	36
Tablo 6: Gruplarda görülen kırılma tiplerinin dağılımı ve yüzdeleri.....	38



EKLER DİZİNİ

Ek 1: Tez çalışmasının DHF-17008 proje numarası ile Adnan Menderes Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri (BAP) komisyonu tarafından desteklendiğini gösteren belge.....	71
---	----



ÖZET

NORMAL VEYA KONTAMİNE DENTİNE UYGULANAN ÇEŞİTLİ YÜZEY İŞLEMLERİNİN REZİN-DENTİN MAKASLAMA BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Baloğlu Göncü T. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Restoratif Diş

Tedavisi Uzmanlık Tezi, Aydın, 2019.

Bu çalışmanın amacı, üç farklı kontaminasyon uzaklaştırma prosedürünün, bir universal adeziv sistemin kontamine olan/olmayan dentine makaslama bağlanma dayanımındaki etkisini incelemektir. Çalışmada kullanılan çekilmiş sığır keser dişlerinden 180 adet dentin örneği elde edildi ve örnekler rastgele 12 gruba ayrıldı (n=15). Deney dizaynına üç farklı kontaminasyon oluşturma (kan ve/veya hemostatik ajanla kontamine etme) ve kontaminasyon uzaklaştırma (suyla yıkama, suyla yıkadıktan sonra %35'lik fosforik asit veya %10'luk gallik asit uygulama) prosedürü dahil edilerek gruplar şu şekilde oluşturuldu:

GrS: Kontaminasyon yok/suyla yıkama

GrF: Kontaminasyon yok/yıkadıktan sonra %35'lik fosforik asit uygulama

GrG: Kontaminasyon yok/yıkadıktan sonra %10'luk gallik asit uygulama

GrKS: Kan kontaminasyonu/suyla yıkama

GrKF: Kan kontaminasyonu/yıkadıktan sonra %35'lik fosforik asit uygulama

GrKG: Kan kontaminasyonu/yıkadıktan sonra %10'luk gallik asit uygulama

GrHS: Hemostatik ajan kontaminasyonu/suyla yıkama

GrHF: Hemostatik ajan kontaminasyonu/yıkadıktan sonra %35'lik fosforik asit uygulama

GrHG: Hemostatik ajan kontaminasyonu/yıkadıktan sonra %10'luk gallik asit uygulama

GrKHS: Kan+Hemostatik ajan kontaminasyonu/suyla yıkama

GrKHF: Kan+Hemostatik ajan kontaminasyonu/yıkadıktan sonra %35'lik fosforik asit uygulama

GrKHG: Kan+Hemostatik ajan kontaminasyonu/yıkadıktan sonra %10'luk gallik asit uygulama

Gruplara ilgili kontaminasyon oluşturma/uzaklaştırma prosedürleri uygulandıktan sonra dentin örnekleri üzerinde kompozit rezin restorasyonlar tamamlandı ve tüm örnekler termal siklus işlemine tabi tutuldu. Örneklerin MBD analizi, kafa hızı 0,5 mm/dakika olarak ayarlanan test

cihazında gerçekleştirildi. Kırılma tipleri, stereo mikroskop altında X20 büyütmede değerlendirildi. İstatistiksel analizler SPSS 25 programını kullanarak ANOVA ve post-hoc Tukey HSD testleri ile 0,05 güven aralığında değerlendirildi. İstatistiksel olarak anlamlı en yüksek ve en düşük ortalama MBD değeri elde edilen gruplar sırasıyla GrG ve GrKHF olarak belirlenmiştir. Gruplar, ortalama MBD değerleri açısından yüksekten düşüğe doğru şu şekilde sıralanmıştır: GrG=21,98±2,78; GrHG=20,15±3,14; GrKG=19,21±2,93; GrKHG=17,37±2,02; GrS=16,54±2,09; GrF=13,37±2,90; GrKF=11,73±2,70; GrKS=11,67±2,73; GrKHS=11,59±2,95; GrHS=11,02±3,40; GrHF=8,23±2,56 ve GrKHF=7,72±2,08.

Bu çalışmanın sınırları dahilinde kontamine olan/olmayan dentine suyla yıkadıktan sonra %10'luk gallik asit uygulama prosedüründe, %35'lik fosforik asit asit uygulama prosedürüne kıyasla daha yüksek ortalama MBD değeri elde edilmiştir ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Ankaferd kanama durdurucu, dentin, kontaminasyon uzaklaştırma, makaslama bağlanma dayanımı, universal adeziv

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF VARIOUS SURFACE APPLICATIONS APPLIED ONTO NORMAL OR CONTAMINATED DENTIN ON SHEAR BOND STRENGTH

Baloğlu Goncu T. Adnan Menderes University Faculty of Dentistry Restorative Dentistry Master Thesis, Aydın, 2019

The aim of this study was to evaluate the effects of three different decontamination procedures on shear bond strength of a universal adhesive system to contaminated/noncontaminated dentin. One hundred and eighty dentin samples were prepared from extracted bovine incisors and randomly divided into 12 groups (n=15). Three different contamination (blood and/or hemostatic agent) and decontamination procedures (water rinsing, 35% phosphoric-acid or 10% gallic-acid application after rinsing) were incorporated into study design and groups were formed as follows:

GrS: No contamination/rinsing

GrF: No contamination/35% phosphoric-acid application after rinsing

GrG: No contamination/10% gallic-acid application after rinsing

GrKS: Blood contamination/rinsing

GrKF: Blood contamination/35% phosphoric-acid application after rinsing

GrKG: Blood contamination/10% gallic-acid application after rinsing

GrHS: Hemostatic agent contamination/rinsing

GrHF: Hemostatic agent contamination/35% phosphoric-acid application after rinsing

GrHG: Hemostatic agent contamination/10% gallic-acid application after rinsing

GrKHS: Blood+Hemostatic agent contamination/rinsing

GrKHF: Blood+Hemostatic agent contamination/35% phosphoric-acid application after rinsing

GrKHG: Blood+Hemostatic agent contamination/10% gallic-acid application after rinsing

After application of the related contamination/decontamination procedures, composite resin restorations were completed and the samples were subjected to thermal cycling procedure. Shear bond strength (SBS) test was performed at a crosshead speed of 0.5 mm/min. Failure modes were evaluated under a stereomicroscope at X20 magnification. Data were analyzed using SPSS 25 with ANOVA and post-hoc Tukey HSD tests at 0.05 significance level. Statistically significant the highest and the lowest SBS values were obtained in GrG and

GrKHF, respectively. Groups were ranked from the highest to the lowest SBS value in that order:

GrG=21.98±2.78; GrHG=20.15±3.14; GrKG=19.21±2.93; GrKHG=17.37±2.02;
GrS=16.54±2.09; GrF=13.37±2.90; GrKF=11.73±2.70; GrKS=11.67±2.73;
GrKHS=11.59±2.95; GrHS=11.02±3.40; GrHF=8.23±2.56 ve GrKHF=7.72±2.08.

Within the limitations of this study, it can be concluded that 10% gallic-acid application after rinsing provided higher SBS values compared to 35% phosphoric-acid application under both contaminated and non-contaminated conditions ($p<0,05$).

Keywords: Ankaferd Blood Stopper, dentin, shear bond strength, decontamination, universal adhesive



1. GİRİŞ

Başarılı bir adeziv restoratif tedavi, rezin içerikli materyallerin diş sert dokularıyla dayanıklı ve uzun ömürlü bir bağlanma gerçekleştirebilmesine ve bağlanma arayüzlerinin stabilitesine bağlıdır. Tükürük, kan, hemostatik ajan, hava-su şırıngalarından yağ kontaminasyonu gibi çevresel faktörler, diş dokularının rezin materyallere adezyon kalitesini azaltarak diş-restorasyon arayüzünde mikrosızıntı, restorasyon kaybı, tekrarlayan çürükler, post-operatif hassasiyet ve restorasyonlarda renk değişikliği şeklindeki klinik başarısızlıklara yol açmaktadır (1-7).

Restoratif diş hekimliği alanındaki klinik uygulamalar esnasında diş dokularının kan ve/veya hemostatik ajanlarla kontamine olması rutin olarak karşılaşılan bir durumdur. Prepare edilen bir diş etrafındaki mukoza, diş eti dokusu gibi yumuşak dokularda kanama olması halinde diş hekimi öncelikle bu kanamayı durdurmaya yönelik olarak operasyon alanına kanama durdurucu yani hemostatik ajan tatbik eder (8). Çalışmamıza dahil edilen ve orijinal adı Ankaferd Blood Stopper (ABS, Ankaferd Sağlık Ürünleri, İstanbul, Türkiye) olan hemostatik ajan klinikte bu amaçla kullanılan materyallerden biridir. Literatürde ABS ile kontamine olmuş diş dokularının rezine bağlanma dayanımını inceleyen az sayıdaki çalışmada çelişkili sonuçlar bildirilmiştir (9-16). Ancak bu çalışmalardan hiçbirinde ABS kontaminasyonunu diş yüzeylerinden uzaklaştırmak amacıyla herhangi bir yüzey işlemi uygulanmamıştır. Adezyon prosedürleri öncesinde diş dokularını kontaminasyondan tamamen arındırmak amacıyla kontamine diş yüzeylerine çeşitli yüzey işlemleri uygulanabilmektedir. Literatürde sınırlı sayıdaki çalışmada kontaminasyonu uzaklaştırmak amacıyla uygulanan farklı yüzey işlemlerinin rezin-dentin veya rezin-mine bağlanma dayanımına etkileri incelenmiştir (8, 17-20). Hazırlanan bir preparasyonda hiç kontamine olmamakla beraber kontaminasyon uzaklaştırmak amacıyla uygulanan yüzey işlemlerine maruz kalan diş dokuları da bulunmaktadır ve bu alanların kontaminasyon uzaklaştırma prosedürlerinden nasıl etkileneceği, adeziv rezin restorasyonların bağlanma kalitesini doğrudan etkileyeceğinden oldukça önemlidir.

In vitro ortamda kontamine olan/olmayan dentine makaslama bağlanma dayanımını incelemek üzere çalışmamıza bir universal adeziv sistemi (Scotchbond Universal, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) dahil edilmiştir. Universal adeziv sistemlerin dentin adezyonu prosedüründe %35'lik fosforik asitle ön asitlemenin yapıldığı yani asitle-yık (Konvansiyonel Total Etch-KTE) yaklaşımıyla uygulandığı veya ön asitlemenin yapılmadığı yani universal

adezivin dentine kendinden asitli (Self Etch-SE) yaklaşımla uygulandığı iki farklı teknik kullanılabilmektedir (21).

Asitle-yıka adeziv sistemlerde uygulanan %35-40 konsantrasyonlardaki fosforik asitin dentin dokusunda yarattığı agresif demineralizasyonun uzun dönem rezin bağlanma dayanımını olumsuz etkilemesi nedeniyle dentin dokusunda fosforik asite kıyasla daha az oranda demineralizasyon etkisi yaratacak alternatif pürüzlendirme yöntem ve materyalleri günümüzde yoğun olarak araştırılmaktadır. Bu araştırmalar fosforik asite alternatif asitlerle uygulanan deneysel modifiye-asitle-yıka (Modifiye Total Etch-MTE) yaklaşımlarının geliştirilmesine neden olmuştur.

Literatür incelendiğinde üniversal adeziv sistemlerin incelendiği çalışmaların genellikle kontamine olmayan/normal dentin yüzeylerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Gerek rutin kullanımda gerekse dentin kontaminasyonu gibi ilave/ön asitlemenin gerekli olduğu klinik durumlarda üniversal adeziv sistemlerle kombine olarak kullanılabilecek ve dentin dokusunda fosforik asite kıyasla daha az oranda demineralizasyon etkisi yaratacak alternatif pürüzlendirme materyallerinin araştırılması oldukça önem taşımaktadır. Bu amaçla çalışmamıza, üniversal sistemlerle kombine şekilde güvenle kullanılabileceğini düşündüğümüz ve daha önce bu alanda etkisi incelenmeyen gallik asit dahil edilerek deneysel bir MTE yaklaşımı oluşturulmuştur (22, 23).

Restoratif tedaviler sırasında klinikte meydana gelen kontaminasyonları taklit edebilmek amacıyla *in vitro* çalışmamıza dahil edilen dentin örnekleri donörden alınan taze kapiller kan ve/veya ABS ile kontamine edilmiş ve akabinde kontaminasyonları uzaklaştırmak amacıyla suyla yıkama, %35'lik fosforik asit veya %10'luk gallik asit uygulama şeklinde üç farklı yüzey işlemi uygulanmıştır. Deney dizaynında oluşturulan gruplar içinde yer alan GrKS, GrKF ve GrKG “diş dokularının sadece kan ile kontamine olduğu” durumu; GrHS, GrHF ve GrHG “diş dokularının sadece hemostatik ajan ile kontamine olduğu” durumu; GRKHS, GRKHF ve GRKHG “diş dokularının kan kontaminasyonunu takiben hemostatik ajan ile kontamine olduğu” durumu temsil etmektedir. “Diş dokularında kontamine olmayan alanların bulunduğu” durumu ise GrS, GrF ve GrG temsil etmektedir. GrKS, GrKHS ve GrHS, “kontamine diş yüzeyinin sadece suyla yıkandığı” klinik durumu (üniversal adezivin SE yaklaşımı); GrKF, GrKHF ve GrHF, “kontamine diş yüzeyine suyla yıkandıktan sonra %35'lik fosforik asitin uygulandığı” klinik durumu (üniversal adezivin KTE yaklaşımı); GrKG, GrKHG ve GrHG ise, “kontamine diş yüzeyine suyla yıkandıktan sonra %10'luk gallik asitin uygulandığı (üniversal adezivin MTE yaklaşımı)” klinik durumu temsil etmektedir. Çalışmamızda, KTE ve MTE yaklaşımlarının uygulandığı gruplarda dentine uygulanan ön asitleme işlemleri aynı zamanda

birer kontaminasyon uzaklaştırma yöntemi olarak kabul edildiğinde; GrF ve GrG kontrol gruplarında, kontamine olmadığı halde kontaminasyon uzaklaştırma yöntemlerine (%35'lik fosforik asit veya %10'luk gallik asit uygulama) maruz kalan dentin yüzeylerine uygulanan üniversal adeziv sistemin bağlanma dayanımının değerlendirilebilmesi mümkün olmuştur.

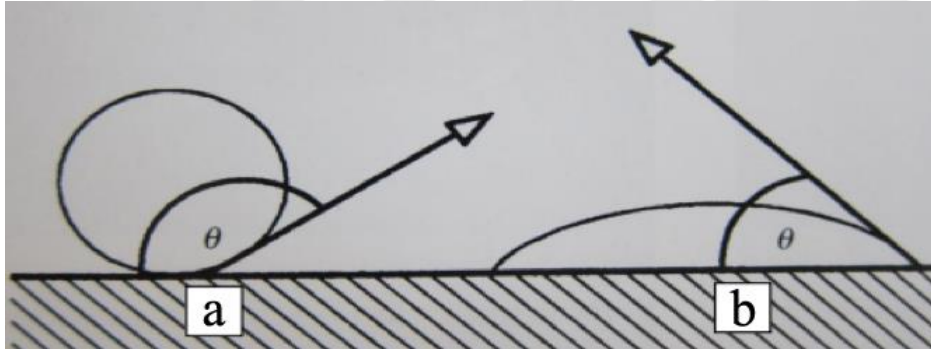
Dolayısıyla bu çalışmada, çalışmanın sınırları dahilinde uygulanan kontaminasyon uzaklaştırma prosedürlerinin bir üniversal adezivin makaslama bağlanma dayanımına etkilerini hem kontamine dentinde hem de kontamine olmayan/normal dentinde karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amaçlanmıştır.

Çalışmada oluşturulan yokluk hipotezi; kontaminasyon uzaklaştırma amacıyla çalışmanın sınırları dahilinde uygulanan üç farklı yüzey işleminin (kontamine dentin yüzeyini suyla yıkama, suyla yıkadıktan sonra %35'lik fosforik asit veya %10'luk gallik asit uygulama) rezin-dentin bağlanma dayanımını istatistiksel olarak benzer düzeyde etkileyeceği şeklindedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Adezyon

Kelime kökeni Latince bir kelime olan adhere kelimesine dayanan adezyon iki farklı yüzeyin fiziksel veya kimyasal bağlanma ile bir arada tutulduğu durum olarak tanımlanmaktadır (24). Adezyonu meydana getiren maddeye adeziv, adezivin uygulandığı yüzeye ise aderent adı verilir. İdeal bir adezyon için adeziv, bağlandığı yüzeyi tamamen ıslatabilmelidir. Adeziv, aderent yüzeyine ne kadar iyi akar ve yüzeyi ne kadar iyi ıslatırsa (wetting) o kadar güçlü bir adezyon oluşur. Islanabilirlik değme açısı (contact angle) ile ölçülür. Değme açısı aderent yüzeyine damlatılan adezivin oluşturduğu küre parçasına her iki maddenin birleştiği yerden çizilen teğet ile aderent yüzeyi arasında oluşan açıdır (Şekil 1). İdeal olarak değme açısının sıfır dereceye yakın olması gerekir. Bu durumda adeziv ile aderent molekülleri arasındaki kuvvetli çekim, adezivin yüzeye akarak çok küçük bir açı oluşturmaya neden olur. Adeziv ve aderent molekülleri arasındaki çekim kuvveti azaldıkça adeziv yüzeye yayılmayıp küre biçiminde toplanır ve daha büyük bir değme açısı oluşur (25-27).



Şekil 1. Değme açısı (a) Büyük değme açısı (b) Küçük değme açısı (26)

Adezyonun 4 farklı türü vardır (27, 28);

1. Mekanik adezyon: Adezivin aderent veya substrat yüzeyindeki girinti ve çıkıntı şeklindeki düzensiz yüzeylere kilitlenmesidir.
2. Adsorpsiyon adezyonu: Adeziv ve aderent arasında oluşan kimyasal bir bağlanmadır. Primer kimyasal bağlar (iyonik bağlar, kovalent bağlar, metalik bağlar) ve sekonder kimyasal bağların (hidrojen bağı, van der waals kuvvetleri) etkisi ile oluşur.
3. Difüzyon adezyonu: Mobil moleküller arasındaki kilitlenmedir.
4. Elektrostatik adezyon: Farklı yapıdaki düz yüzeyler (metal ile polimer) arasındaki elektrostatik etkileşimler sonucu gerçekleşen oldukça zayıf bir bağlanma türüdür.

Restoratif diş hekimliğinde adezyon, diş dokusunun inorganik kısmı ile rezin monomerlerin yer değiştirmesi esasına dayanır (29). Diş yüzeyinde plak, diştaşı, tükürük, kan, enzimatik bileşikler ve yiyecek artıkları gibi eklentilerin bulunması, kurutma işleminde kullanılan havadaki nem ve yağ taneciklerinin varlığı, diş dokusunun yüzey gerilim değerini düşürür ve adezyonu olumsuz yönde etkiler. Ayrıca, pürüzlendirilmiş dentin ve adeziv rezin siman, hidrofobik karakterdedir. Bu yüzden iki yapı arasındaki bağlanmayı sağlamak amacıyla adeziv sistemler geliştirilmiştir (30).

2.2. Mine Yapısı ve Mine Dokusuna Adezyon

Mine dokusu, embriyolojik olarak ektoderm kökenli olan insan vücudundaki en sert dokudur. Ağırlık olarak %95-98, hacim olarak %90-92 oranında inorganik materyalden meydana gelen minenin, ağırlıkça %1-2'si organik materyalden ve %4'ü de sudan oluşur (31). Kristal yapının yüksek oranda olması mineye yüksek enerji yüzeyi verir. Su içeriğinin daha az olması ise bağlanmayı kolaylaştırır (32, 33). Mine dokusunda kollajen yokluğu, dentin tübüllerinin olmaması ve mine yapısının daha kurutulabilir olması nedeniyle daha dayanıklı bir bağlanma elde edilir (34).

Minedeki bağlanma gücünü arttırmak için en fazla tercih edilen ajan olan fosforik asit, ilk defa Buonocore tarafından kullanılmıştır (35). %32-37 oranında kullanılan fosforik asit mine ve dentini eş zamanlı olarak asitleme kabiliyetine sahiptir. Ayrıca yapılan çalışmalar %32-37 oranındaki fosforik asitin çürükten etkilenmiş dentindeki rezidüel bakterilerin çoğunu yok ettiğini göstermektedir (34). Günümüzde fosforik asitin en sık kullanılan konsantrasyonu ise %35-40'lık formudur (36). Asitle pürüzlendirme işlemi sonunda mine yüzeyinden yaklaşık 10µm aprizmatik tabaka uzaklaştırılır. Yaklaşık 5-50µm derinlikte çok sayıda mikroskobik girinti ve çıkıntılar oluşturularak yüzey alanı genişletilir ve böylece mine dokusunun kritik yüzey gerilim değeri artar (25). Oluşturulan bu yüzeye uygulanan adeziv rezin mikropürüzlülükteki boşlukların içerisine girerek polimerize olur ve mine ve adeziv arasında mikromekanik bağlanma gerçekleşmiş olur (26, 27).

2.3. Dentin Yapısı ve Dentin Dokusuna Adezyon

Dentin ağırlıkça %12 su, %18 organik içerik ve %70 inorganik içerikten oluşan, mineye göre kristalize yapısı daha az olan bir dokudur. İnorganik yapının büyük bir kısmını hidroksiapatit kristalleri meydana getirirken, organik yapının %90'lık kısmını Tip 1 kollajen, %10'luk kısmını ise kollajenöz olmayan proteinler, büyüme faktörleri ve proteoglikanlar gibi kollajen olmayan proteinler oluşturmaktadır (37). Dentinin mineral fazı esasen kollajen

fibrillerin içerisinde yerleşik durumdadır. Dentin ve kemik dokularının embriyolojik gelişimi esnasında ilk önce kollajen fibrilleri oluşmakta, daha sonra fibril yapısının içerisindeki suyun yerini apatit kristalleri almaktadır. Mineralize kollajen dokusu çok az oranda su içerir (38).

Mineden farklı olarak dentin yapısında, içerişi dentin sıvısı ile dolu olan dentin tübülleri bulunur (39, 40). Dentin dokusunda ideal bir bağlanma gerçekleştirmek; heterojen dentin yapısı, dentin tübülleri ve smear tabakası nedeniyle mineye oranla daha zor bir süreçtir. Smear tabakası, dentin dokusu preparasyonu gerçekleştirildiğinde oluşan, yapısında denature kollajen, hidroksiapatit, mikroorganizmalar, kan ve tükürük bulunan birkaç µm kalınlığında amorf yapıdaki debris tabakasıdır (25). Dentine adezyon mikromekanik bağlanma ile gerçekleşir. Bu mekanizmanın temeli, smear tabakasının bir asit ve/veya asidik primer yardımıyla kaldırılması ve dentin dokusunun yüzeysel demineralizasyonuna dayanır. Bu esnada dentinin mineral bileşenleri çözünürken kollajen fibriller desteklerini kaybedip çökerler. Uygulanan primerler kollajen fibrilleri ıslatarak fibriller boyunca penetre olurlar. Adeziv ve primer birlikte polimerize olarak adeziv-dentin arayüzünde mikromekanik bir bağlanma oluşur. Oluşan tabakaya da “hibrit tabaka” denir. Teorik olarak ışıkla polimerize edildikten sonra dentin yüzey kompozisyonu %52 polimer, %48 kollajen fibrillerden oluşur (25, 26, 41).

Dentinin asitlerle demineralizasyonu iki aşamada meydana gelmektedir. Dentin mineral içeriğinin yaklaşık %70-75’i hızlıca demineralize olurken, geriye kalan mineraller yavaş bir şekilde demineralize olur. Mineralize kollajendeki toplam mineral içeriğinin %20-25’ini intrafibriler mineraller, %75-80’ini ise ektrafibriler mineraller oluşturmaktadır. Bu nedenle iki aşamada gerçekleşen dentin demineralizasyonundan, ektrafibriler minerallere kıyasla daha yavaş oranda demineralize olan intrafibriler mineraller sorumlu tutulmuş ve bu hipotez araştırmacılar tarafından ileri düzey görüntüleme teknikleriyle kanıtlanmıştır (42-45). Dentin %30-40’lık fosforik asit gibi güçlü asitlerle pürüzlendirildiğinde, dentindeki intrafibriler apatit kristalleri tamamen uzaklaşır. Ektrafibriler (interfibriler) ve intrafibriler minerallerin uzaklaşmasıyla ortaya çıkan boşluğun yerini su alır ve sonuçta minerallerinden arınmış kollajen matriksinin hacimce %70’ini su kaplamış hale gelir. İntrafibriler minerallerin uzaklaşmasıyla ortaya çıkan ve su tarafından doldurulan nano boyuttaki intermoleküler boşluklar rezin infiltrasyonu açısından elverişsizdir. Resin monomerlerin ektrafibriler alana infiltre olması intrafibriler alana infiltre olmasından çok daha kolaydır (44).

Kollajen dokusuna infiltrasyonda maddelerin molekül ağırlığı oldukça önemlidir. Toroian ve ark., kemik tozu kullandıkları çalışmalarında, 6 kilodaltona (kDa) kadar büyüklükteki moleküllerin, kemik kollajeninin fibril yapısı içindeki suya giriş-çıkış yapabildiğini, 40 kDa’dan büyük moleküllerin ise kollajen fibril yapısının dışında kaldığını

göstermişlerdir (46). Takashi ve ark., dentin dokusunun 'molekül ağırlığına dayalı seçici geçirgen özelliğini' (size-exclusion) inceledikleri çalışmalarında; 1kDa'dan küçük molekül ağırlığına sahip adeziv monomerlerin kollajen ağına içerisindeki suya serbestçe diffüze olabildiğini, 10 kDa'dan büyük moleküllerin infiltre olamayıp dışarda kalmaya başladığını, 66 kDa molekül ağırlığına sahip sığır serum albüminin kollajen ağına içerisindeki suya hiç infiltre olmadığını ve tamamen dışarıda kaldığını bildirmişlerdir. Demineralize dentin kollajen matriksi aynı zamanda negatif yüklü proteoglikanlar içerir. Bunlar yapılarına yüksek oranda su bağlayarak hidrojel oluşumuna neden olurlar. Suyu bağlı durumdaki proteoglikanların, BisGMA gibi büyük monomerlerin intrafibriller kollajen alanlarına infiltrasyonunu engelleyebileceği düşünülmektedir (44). Bu nedenle dentinin tamamen demineralize edildiği durumda resin monomerlerin mineralden yoksun/sudan zengin kollajen ağına tam olarak infiltre olması oldukça zordur (43, 44, 47).

Mineralize dentinde, matriks metalloproteinazlar (MMP'ler), intrafibriller apatit kristalitleri aracılığıyla ile kollajen matriksin içinde gömülü durumdadırlar. Bu durumdayken proteazlar hareketsizdirler ve fonksiyon görmezler (48). Dentindeki kollajen fibrilleri mineralize kaldıkları sürece, proteazlar yapısal olarak stabil ve inaktif kalmaya devam ederler (49). Dentin adezyonu prosedüründe uygulanan asitlerle intrafibriller minerallerin uzaklaştırılmaları sudan zengin kollajen matriks içindeki endojen proteazların öncül formlarını aktive eder. Bu durum da hibrit tabaka içerisinde açığa çıkan kollajen fibrillerin proteolitik yıkımını başlatır (50). İdeal olarak dentin adezyonu prosedürünün infiltrasyon aşamasında adeziv komonomerlerin, kollajen ağına içerisindeki suyla tamamen yer değiştirmesi ve orada polimerize olarak kopolimere dönüşmesi beklenir. Kollajen fibril yapısı içindeki suyun tamamıyla sentetik polimer ile yer değiştirmesi halinde, polimerin plastisize olmasına yol açan veya kollajen peptid bağlarının kollajenaz, jelatinaz veya telopeptidaz gibi endojen proteazlar aracılığıyla parçalanmasına neden olan su ortamda bulunmayacaktır (51).

KTE yaklaşımı ile uygulanan bazı üniversal adezivlerin oluşturduğu hibrit tabakalarda; ektrafibriller (interfibriller) alanlarda kollajen fibrillerin resin örtü ile çevrili olduğu ancak bu resin örtünün altında resin ile infiltre olmayan ve suyla dolu halde kalan intrafibriller alanların bulunduğu tespit edilmiştir (52). Resin örtü altındaki suyla dolu intrafibriller boşluklar; dentinin asitlenmesiyle aktif hale gelen endojen proteolitik enzimlerin, mineral desteğini kaybeden kollajen dokuyu yıkması için elverişli bir ortam yaratır (44).

2.3.1. Selektif Dentin Demineralizasyonu

Son dönemde eğer ektrafibriler mineraller seçici olarak uzaklaştırılıp intrafibriler mineraller intakt halde bırakılabilirse rezin monomerlerin nano boyuttaki intrafibrillar alana infiltre olmasına gerek kalmayacağı düşünülmüş ve ‘selektif dentin demineralizasyonu’ yaklaşımı gündeme getirilmiştir (44). Selektif dentin demineralizasyonundaki amaç; dentin kollajen liflerindeki ektrafibriler/interfibriler minerallerin uzaklaştırılıp intrafibriler minerallerin korunarak dentin kollajen matriksinin tamamen değil kısmen demineralize edilmesidir. Li ve ark. (44), KTE yaklaşımındaki aksine intrafibriler mineralleri uzaklaştırılmamış olan kısmen demineralize kollajen fibrillerinin adezyon prosedüründeki hava uygulama aşamasında mukavemetlerini koruyarak çökmeyeceğini ve böylece bu yeni yaklaşımın dentinin tamamen kurutulmasına izin vererek nemli bağlanma tekniğinden doğan dezavantajları elimine edebileceğini bildirmişlerdir.

Araştırmacılar, selektif dentin demineralizasyonu amacıyla uygulanabilecek en basit yöntemin asitle-yıka sistemlerde uygulanan pürüzlendirme materyalinin asiditesini düşürmek olduğunu savunmuşlardır (44). Dentin örneklerine %1, %5, %10, %30 ve %40 konsantrasyonlarda fosforik asit uyguladıkları çalışmalarında en yüksek rezin-dentin bağlanma dayanımı %5’lik fosforik asitin uygulandığı grupta elde edilmiştir. Ayrıca en yüksek rezidüel Ca oranı ve elastisite modülü %1’lik ve %5’lik fosforik asitin uygulandığı grupta, en düşük rezidüel Ca oranı ve elastisite modülü ise %30’luk fosforik asitin uygulandığı grupta saptanmıştır. Araştırmacılar asitle-yıka sistemlerde uygulanan fosforik asitin konsantrasyonu %5’e düşürüldüğünde pH’nın da orta derecede asiditeli SE adeziv sistemler düzeyine indiğini, bu yöntemle dentinin selektif demineralizasyonunun sağlanabileceğini ve bağlanma performansının artacağını belirtmişlerdir (44).

Selektif dentin demineralizasyonu amacıyla yakın dönemde ayrıca ‘şelatla ve yıka’ tekniği geliştirilmiştir (53). Dentin yüzeyine bir polimerik şelatörün (poli(akrilik) asitin sodyum tuzu, PAAN) uygulandığı bu yaklaşımda, kollajen fibrillerin “molekül ağırlığına dayalı seçici geçirgenlik” (size-exclusion) özelliği esas alınmıştır. 40 kDa’dan daha büyük moleküllerin, kollajen fibrillerinin intrafibriller su kompartmanlarına geçişi önlendiğinden (46), 40 kDa’dan daha yüksek molekül ağırlığına sahip polimerik şelatörler kullanıldığında dentin demineralizasyonu yalnızca ektrafibril alanlarında sınırlı kalır. Şelatla ve yıka konseptinde dentin matriksindeki intrafibriler minerallerin korunması sayesinde endojen proteazların açığa çıkmasının engellendiği belirtilmiştir. Proteazlar intrafibriler apatit tarafından fosilize edildiğinden ve kollajen fibriller minerallerinden tamamen arındırılmadığından bu sayede rezin-dentin bağlanma stabilitesinin arttığı bildirilmiştir (53).

Gerek %5 konsantrasyondaki fosforik asit gerekse 40 kDa'dan daha yüksek moleköl ağırlığına sahip polimerik şelatörler üzere ticari olarak piyasada bulunmadığından diş hekimliği klinik pratiğinde kullanılmaları henüz mümkün değildir. Bu nedenle, selektif dentin demineralizasyonu amacıyla Stape ve ark. (54) KTE yaklaşımında rutin olarak kullanılan %35-40'lık fosforik asitin dentine 3 sn süreyle uygulanmasını önermişlerdir. Fosforik asitin demineralizasyon kapasitesi aynı zamanda uygulama süresinden de etkilendiğinden, %35-40'lık fosforik asitin uygulama süresinin 15 sn'den 3 sn'ye indirilmesinin ekstrasfibriller dentini seçici olarak demineralize edip hibrit tabaka içinde daha yüksek oranda kalsiyum kalmasını sağlayabilecek basit bir yaklaşım olduğunu savunmuşlardır.

2.4. Adeziv Resinlerin Sınıflandırılması

Yüzeyi değiştirilmiş mine veya dentin dokusu ile restoratif materyal arasındaki bağlanmayı adeziv rezinler sağlar. Adeziv rezinler; tarihsel gelişimlerine, adeziv-smear tabakası arasındaki ilişkiye ve uygulama basamaklarının sayısına göre pek çok şekilde sınıflandırılmıştır. Günümüzde hala geçerliliğini koruyan ve adeziv sistem-dental yüzey arasındaki etkileşimi ve uygulama basamaklarının sayısını esas alan sınıflandırma şu şekildedir (41):

1. Asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler (KTE, Konvansiyonel total-etch adezivler)
2. Kendinden asitli adeziv sistemler (SE, Self-etch adezivler)
3. Cam iyonomer adezivler
4. Üniversal adezivler

2.4.1. Asitlenen ve Yıkanan (KTE) Adeziv Sistemler

Asitlenen ve yıkanan KTE tip adezivler ayrı bir pürüzlendirme ve yıkama basamağı içeren, hem mine hem de dentin dokusunun farklı sürelerde ama aynı asitle pürüzlendirilmesini tanımlamaktadır (55). Bu sistemde amaç smear tabakasını dentin yüzeyinden tamamen uzaklaştırmaktır (25, 27). Bu adezivler üç basamaklı ve iki basamaklı olmak üzere 2 ayrı grupta incelenirler. Üç basamaklı KTE adeziv sisteminde asitleme, primer ve adeziv uygulaması ayrı ayrı basamaklarda gerçekleştirilir. Üç basamaklı KTE adeziv sistem diğer sistemlere oranla daha etkili olmasına rağmen klinik uygulama açısından daha fazla teknik hassasiyet gerektirir ve daha uzun zaman alır. Kullanım kolaylığı sağlaması açısından iki basamaklı KTE sistemler geliştirilmiştir. İki basamaklı KTE adeziv sisteminde asitleme ayrı bir basamakta uygulanırken primer ve adeziv rezin tek şişe içerisinde birlikte uygulanır. Primer ve adeziv rezinin birlikte

bulunduğu şişede su, aseton ya da etanol gibi çözücülerle birlikte, hidrofilik ve hidrofobik rezinlerin karışımı olan monomerler bulunur (56). Her iki alt grubun da bağlanma mekanizması aynıdır. Ortak olan asitleme basamağı ile smear tabakası kaldırılırken dentin dokusunda 3-5 µm derinliğinde demineralizasyon sağlanır. Oluşan bu pürüzlü yapıya rezin monomerlerin infiltrasyonu gerçekleşir ve hibrit tabakası oluşmuş olur (57).

2.4.2. Kendinden Asitli (SE) Adeziv Sistemler

Kendinden Asitli SE tip adezivler ayrı bir asitleme, yıkama ve kurutma basamağı içermezler. Asit içerikli primer sayesinde diş dokuları eş zamanlı pürüzlendirilir ve uygulama aşamaları azaltılmış bu sistem sayesinde hata olasılığı azaltılmış olur (41). Yıkama işlemi gerçekleştirilmediğinden demineralizasyon ürünleri ve smear tabakası tamamen ortamdan uzaklaştırılmaz. Bu sistemde amaç smear tabakasını modifiye ederek hibrit tabakanın yapısına katmaktır. Bu sistemde hibrit tabakanın kalınlığı KTE adeziv sistemlerden daha ince (56) olmakla birlikte adezyonun başarısında hibrit tabakanın kalınlığının değil uniformitesinin ve kalitesinin önemli olduğu bilinmektedir (58-60). Bu adeziv sistemler iki şekilde sınıflandırılabilir. pH ve asitleme potansiyellerine göre zayıf, orta ve kuvvetli adezivler, uygulama basamakları sayısına göre iki aşamalı ve tek aşamalı sistemler olarak alt gruplara ayrılırlar (26).

2.4.3. Cam İyonomer Adezivler

Cam iyonomer adezivler diş dokularına herhangi bir işlem uygulaması olmadan kendiliğinden bağlanan materyallerdir (26, 61). Diş yüzeyine polialkenoik asit uygulanmasıyla smear tabakası kısmen ortadan kaldırılarak, yüzeyde 0.5-1µm'lik demineralizasyon derinliği oluşturulup kollajen ağ açığa çıkartır (26, 61). Cam iyonomer adezivlerin diş dokusuna bağlanma mekanizması hem kimyasal hem mikromekanik düzeydedir. Kimyasal bağlanma kristalize diş dokusundaki kalsiyum iyonları ve polialkenoik asitin karboksil grupları arasında gerçekleşirken, mikromekanik bağlanma polialkenoik asit uygulaması sonrası açığa çıkmış kollejen ağın içerisine cam iyonomer adeziv bileşenlerin sızıntısı ile sağlanmış olur (56).

2.4.4. Üniversal Adezivler

Günümüz restoratif diş hekimliğinde kullanılan adeziv sistemlerin performansları ile ilgili karşılaşılan en büyük problem, minede ve farklı yapılarıdaki dentin dokularında (sağlam dentin, çürük dentin, sklerotik dentin gibi) eşit derecede hermetik, homojen ve güçlü bir bağlanma sağlanamamasıdır. Adezyon protokolünde teknik hassasiyet gerektiren çoklu

uygulama basamaklarını en aza indirmek ve hekime adeziv uygulama yaklaşımında çeşitlilik sağlayabilmek amacıyla yakın dönemde ‘üniversal’ veya ‘çok modlu’ olarak adlandırılan adeziv sistemler geliştirilmiştir (62). Formülasyonda rezin karışımının pH'ının düşürülmesi ve asiditesi daha düşük monomerlerin, çapraz bağlayıcı monomerlerin ve solventlerin uygun bir şekilde karıştırılması sayesinde üniversal sistemler diş hekimlerine adeziv uygulama yaklaşımını seçebilme özgürlüğü verirler (21, 54, 62-64).

Üniversal adeziv sistemler, geleneksel SE adeziv sistemlerden farklı olarak MDP (10-metakriloksidil dihidrojen fosfat), metakrilat karboksilik asit polimer, GMDP (glisero fosfat dimetakrilat), PAC (polialkenoik asit kopolimeri), PENTA (di penta eritrol pentaakrilat monofosfat), 4 META (4 metakriloksietil trimellitat anhidrit) gibi spesifik karboksilat ve/veya fosfat fonksiyonel monomerler içerirler. Adezyon-dekalsifikasyon konseptine (65) göre sadece düşük demineralizasyon kapasitesine sahip MDP gibi spesifik fonksiyonel monomerler apatit kristallerine bağlanabilme yeteneğine sahiptir. MDP'nin dentindeki hidroksiapatit kristali üzerinde “nano tabakalaşma” formunda ve hidrolitik olarak stabil (çözünmeyen) kalsiyum tuzları oluşturma özelliği bulunmaktadır. MDP ile oluşturulan kimyasal bağın diğer fonksiyonel monomerlerin sağladığından daha etkili ve kararlı olduğu bildirilmiştir (66-68). MDP monomeri içeren adeziv rezinlerde dentine bağlanma dayanımının artması, çözünmeyen MDP-kalsiyum tuzlarının oluşumu ile ilişkilendirilmiştir (66). Bu nedenle, rezin-dentin bağlanma arayüzünde kalan hidroksiapatit, yeterli kimyasal etkileşim oluşturabilmek için kritik öneme sahiptir (66, 69).

Üniversal adezivler, mine yüzeyine asitle-yıka (KTE), kendinden asitli (SE) veya selektif mine pürüzlendirmesi (SEE) olmak üzere üç farklı klinik yaklaşımla uygulanabilen adeziv sistemlerdir. Dentine bağlanma söz konusu olduğunda ise, adezyon protokolü öncesinde ön asitlemenin yapılmadığı yani üniversal adezivin dentine SE yaklaşımıyla uygulandığı ve %35'lik fosforik asitle ön asitlemenin yapıldığı yani KTE yaklaşımıyla uygulandığı iki farklı teknik kullanılabilmektedir (21).

Dental yapılara bağlanabilmelerinin yanı sıra direkt ve indirekt restoratif materyallere de uygun şekilde bağlanabilen sistemlerdir (22, 70). Dolayısıyla kompozit rezin, cam seramik, zirkonya ve metaller gibi çeşitli restoratif materyallerin direkt ve indirekt olarak uygulanmasında kullanılabilmeleri sayesinde çok yönlülük sunarlar (62, 71, 72). Üniversal adezivler, herhangi bir uygulama yaklaşımı ile eşit derecede iyi performans gösteren ve diş yapısının yanı sıra direkt ve indirekt restoratif materyallerin de uygun şekilde bağlanmasını sağlayan tek şişe, karışimsız adeziv sistemler olarak da tanımlanabilmektedir (70, 73).

Üniversal adezivlerin içeriklerindeki asidik monomerlerinin pH derecesindeki farklılıklardan dolayı demineralizasyon özellikleri de benzer değildir (73). Günümüzde kullanılan üniversal adezivlerin çoğu ultra hafif (ultra mild, $\text{pH} \geq 2,5$), hafif asidik (mild, $\text{pH} \approx 2$) olarak sınıflandırılmış düşük asiditeli adeziv rezinlerdir (54, 73, 74). Üniversal adeziv sistemler, KTE yaklaşımında olduğu gibi fosforik asit ile ön asitleme yapılmadan yani SE yaklaşımıyla mine dokusunda uygulandıklarında, düşük asiditelerine bağlı olarak mine yüzeyinde yetersiz derinlikte, nispeten sık mikroçukurcuklar oluştururlar. Üniversal adezivlerin mineye bağlanma dayanımını arttırmak için çeşitli yöntemler araştırılmıştır (23). Bu anlamda başarılı bulunan yöntemlerden bazıları, üniversal adezivin mine yüzeyine manuel olarak aktif şekilde ve önerilenden daha uzun süreyle uygulanması (75, 76), adezivin mine yüzeyine sonik titreşimle aktive edilerek uygulanması (77), adezivin çift katman halinde uygulanması (78), adezivin polimerizasyondan hemen sonra ek bir hidrofobik rezin ile örtülenmesi (79) şeklindedir.

Üniversal adezivlerin dentine bağlanma dayanımını attırmak için de çeşitli yöntemler önerilmiştir. In vitro çalışmalar, adeziv rezin polimerizasyonundan sonra ek bir hidrofobik rezin tabaka uygulamanın monomer dönüşüm derecesinde artış sağladığını, erken ve uzun dönem rezin-dentin bağlanma dayanımını arttırdığını göstermiştir (79-81). Üniversal adezivin dentin yüzeyine aktif şekilde uygulanmasının, uygulama yaklaşımından (KTE veya SE) bağımsız olarak anlık ve uzun dönem bağlanma dayanımını arttırdığı bildirilmiştir (82, 83). Araştırmacılar (84, 85) üniversal adeziv uygulamasından sonra rezidüel su ve/veya solventi uzaklaştırmak amacıyla yapılan dentin yüzeyine hava uygulama işleminin uzatılması önerilmiştir. 5-10 saniye hava uygulanmasını tavsiye eden üreticilerin aksine bu işlemin 15-30 saniye boyunca sürdürülmesinin erken dönem rezin-dentin bağlanma dayanımında artış sağladığını savunmuştur. Bunlara ilaveten, klorheksidin, benzalkonyum klorür, polimerize edilebilir benzalkonyum metakrilat ve etilendiamintetraasetik asit (EDTA) gibi MMP inhibitörlerinin dentine uygulanmasının uzun dönem rezin-dentin bağlanma dayanımını arttırdığı rapor edilmiştir (86, 87).

2.5. Klinikte Adezyonu Etkileyen Faktörler

Dental adezivlerle başarılı bir restorasyon elde etmek için, uygulayıcı hekimin her aşamada yüksek oranda hassasiyet göstermesi gerekmektedir. Van Meerbeek ve ark. (88), klinikte kullanılan adezivlerin başarısını etkileyen faktörleri şu şekilde sınıflandırmıştır (88):

- Aderente ait faktörler
- Adezive ait faktörler
- Restoratif materyale ait faktörler

- Hastaya ait faktörler
- Çevresel faktörler

Aderente ait faktörlerden biri; mine veya dentin yapısının fiziksel veya patolojik nedenlerle farklılık gösterdiği durumlardır. Yapısal farklılıklar bulunduğu retansiyonu arttırmak için asitle pürüzlendirme süresinin artırılması, daha güçlü asit kullanımı, kavite preparasyonu sırasında kavitenin modifiye edilerek açılması gibi yöntemler önerilmektedir (88, 89). Nemli dentin dokusunun bağlanmasını arttırmak için hidrofilik monomerler (HEMA (2-Hidroksietilmetakrilat) gibi) içeren adeziv sistemlerin kullanılması gerekmektedir (26). Diğer bir faktör ise dentin yüzeyinde oluşan smear tabakasının varlığıdır. Günümüzde kullanılan adeziv rezin sistemler, smear tabaka ile iki şekilde etkileşime girmektedir. Asitlenen ve yıkanan KTE adeziv sistemlerde olduğu gibi smear tabakasını tamamen ortadan kaldırırlar veya kendinden asitli SE adezivlerde olduğu gibi smear tabakasını çözerek bağlanmaya dahil ederler (26, 90). Başarılı bir adezyon için ayrıca adezivin bağlanma yüzeyini tamamen ıslatabilmesi gerekmektedir (27, 91).

Kompozitlerin polimerize olması sırasında meydana gelen %1,5-3 arasındaki hacimsel büzülme, adezyonun başarısızlığında etkili olan restoratif materyale ait önemli bir faktördür. Polimerizasyon büzülmesini azaltmak için kompozitin kaviteye yerleştirilmesi sırasında tabakalama tekniğinin kullanılması ve farklı polimerizasyon yöntemlerinin denenmesi önerilmiştir (92, 93).

Farklı çığneme alışkanlıkları (oklüzyon bozuklukları, bruksizm gibi) hastaya ait adezyonu etkileyen faktörlerden biridir ve özellikle kole restorasyonlarında başarısızlık sebebi olarak gösterilirler (94).

Çevresel faktörler ise restorasyonun yapılması sırasında gerçekleşen tükürük, kan, hemostatik ajan (kanama durdurucu) ve hava-su şırıngalarındaki yağ kontaminasyonu gibi çeşitli kontaminasyon şekillerinden oluşur (88). Klinik işlemler esnasında ortaya çıkan kontaminasyonlar, adeziv restorasyonların uygulanma prosedüründe herhangi bir aşamada gerçekleşebilmektedir.

Dentin yüzeyi tükürük ile kontamine olduğunda, tükürük yapısında bulunan glikoproteinlerin dentin tarafından absorbe edildiği, glikoproteinlerin dentin kanalları içerisine sızabildiği ve dentin yüzeyinin adezyon için uygunsuz hale geldiği bildirilmiştir. Tükürükle kontaminasyonun başka bir sonucu da tükürükteki enzimler tarafından kompozit rezin içeriğinde bulunan Bis-GMA'nın (bisglisidilmetakrilat) parçalanması ve bu hidrolitik aktivitenin adezyon yüzeylerinde bozulmalara yol açmasıdır (95). Ayrıca, tükürük içinde bulunan suyun primeri dilüe ederek zayıf bir hibrit tabakası oluşmasına neden olabileceği

belirtilmiştir (5). Oksijen inhibisyon tabakasından dolayı yeterli polimerize olmamış adeziv yüzeyi, glikoproteinleri absorbe ederek kompozit rezinin polimerizasyonunu engelleyebilmektedir (96).

Dentin yüzeyi kan ile kontamine olduğunda, kanın yapısında bulunan yüksek molekül ağırlığına sahip fibrinojenler ve trombositler dentin üzerinde bir film tabakası oluşturarak adeziv sistemin dentin tübüllerine infiltre olmasını engellemekte ve bu durum dentine bağlanmayı azaltmaktadır (97).

Adeziv uygulamalar esnasında kanama varlığı bağlanma dayanımını olumsuz yönde etkilediğinden kan ile kontaminasyonu önlemek amacıyla kanama durdurucu ajanlar kullanılabilir (98). Fakat kanama durdurucu ajanlar mine ve dentin yüzeyinde değişikliğe neden olarak kompozit rezin restorasyonların bağlanma dayanımı etkileyebilmektedir (2, 99). Restoratif tedaviler esnasında diş eti çevresinde gerçekleşebilen kanamayı durdurma amacıyla uygulanabilen ve bağlanma dayanımına etkinliği incelenen, klinikte en sık kullanılan hemostatik ajanlar alum (100), alüminyum sülfat (100), alüminyum klorid, (101-103), traneksamik asit (104), ferrik sülfat (102, 103), Ankaferd kanama durdurucudur (Ankaferd Blood Stopper, ABS) (14).

Ankaferd kanama durdurucu, *Timus vulgaris*, *glycyrrhiza glabra*, *vitis vinelera*, *alpinia opncinorium* ve *vitico dioica* bitkilerinin karışımından oluşan stabil ve steril bir üründür (105, 106). Etkisini fibrinojen başta olmak üzere kan proteinleri ve eritrositlerin plazma ve serumda protein ağı meydana getirmesi suretiyle gösterdiği bildirilmektedir (100). ABS ile yapılan ilk *invivo* çalışmada deney hayvanı olarak kedi ve köpek kullanılmış ve sonuç olarak ABS'nin kedi ve köpeklerin insizyonel yaralarında kanamanın kontrolü ve durdurulmasında etkili olduğu, alerjik reaksiyon, renk değişikliği kimyasal reaksiyon gözlenmediği ve güvenle kullanılabilecek bir madde olduğu bildirilmiştir (106). Gerek tıp alanındaki cerrahi işlemlerde gerekse diş hekimliği alanındaki cerrahi ve periodontal işlemlerde kanama kontrolü amacıyla kullanılan etkili bir kanama durdurucudur (107).

Literatürde Ankaferd kanama durdurucu ile kontamine olmuş diş dokularının rezine bağlanma dayanımını inceleyen az sayıdaki çalışmada çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Çalışmaların bir kısmında Ankaferd ile kontaminasyonun bağlanma dayanımını azalttığı bildirilirken (9-12); bazı çalışmalarda da Ankaferd ile kontaminasyonun bağlanma dayanımını anlamlı ölçüde etkilemediği (13, 14) veya kabul edilebilir düzeyde olduğu (15, 16) ifade edilmiştir. Ancak bu çalışmalardan hiçbirinde, Ankaferd kanama durdurucuyu diş yüzeylerinden uzaklaştırmak amacıyla bir kontaminasyon uzaklaştırma prosedürü uygulanmamıştır. Çalışmamız dahilinde ilk kez, Ankaferd kanama durdurucu ile kontamine

edilmiş dentin yüzeylerine kontaminasyonu uzaklaştırmak amacıyla üç farklı yüzey işlemi uygulanmış ve bu işlemlerin rezin-dentin bağlanma dayanımına etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

2.6. Rezin Dentin Bağlanma Arayüzünün Stabilitesini Arttırmaya Yönelik Yaklaşımlar

Hidrolitik yıkıma karşı daha yüksek direnç gösteren bir rezin-dentin arayüzü elde etmek için in vitro çalışmalarda adeziv rezin uygulama prosedürleri modifiye edilmiş ve etkileri incelenmiştir. Bu protokoller ile umut verici sonuçlar elde edilmesine rağmen, çoğu yöntem dentine bağlanmayı daha karmaşık hale getiren ek prosedürler gerektirmektedir. Dentine uzun dönemde stabil bir bağlanma sağlayacak ve klinikte kolaylıkla uygulanabilen altın standart yöntemler henüz geliştirilememiştir. Rezin-dentin bağlanma arayüzünün stabilitesini arttırmaya yönelik bu yaklaşımlar şu şekilde sıralanabilir (108):

1. Mineralize/demineralize dentin içine doğru gerçekleşen rezin infiltrasyonunun artırılması
 - Aplikatör yardımıyla kuvvetli friksiyon uygulanması
 - Çoklu adeziv katman uygulanması
 - Işık ile polimerizasyon işleminin geciktirilmesi
2. Adeziv sistemler tarafından oluşturulan polimerin dayanıklılığının artırılması
 - Adeziv üzerine ek hidrofobik tabaka uygulanması
 - Işık ile polimerizasyon süresinin uzatılması
 - Etanol nemli bağlanma tekniği
3. Kollajen fibrillerin enzimatik yıkıma karşı direncinin artırılması
 - Proteaz inhibitörlerinin kullanımı
 - Klorheksidin uygulanması
 - Kollajen çapraz bağlayıcıların kullanımı

Adeziv rezinin nemli veya kuru demineralize dentin yüzeyine aplikatör yardımıyla ve kuvvetli bir friksiyonla uygulanmasının, adeziv sistemlerin bağlanma dayanımını arttırdığı tespit edilmiştir (75, 83, 109-111). Kuvvetli friksiyon uygulandığında, demineralize dentin yüzeyine uygulanan mekanik basınç, çökmüş haldeki kollajen ağı daha da sıkıştırır. Basınç hafifletilip sıkıştırılmış haldeki kollajen ağın üzerindeki baskı azaldığında, kollajen ağ genişler ve adeziv solüsyon bu kollajen örgü içerisine nüfuz eder. Ayrıca kuvvetli friksiyon uygulaması, dışarı doğru gerçekleşecek solvent difüzyonunu da arttırabilmektedir (111, 112).

Dentinin rezine bağlanma dayanımını arttıran yöntemlerden bir diğeri çoklu adeziv katman uygulanmasıdır. Adezivin ilk katmanları dentini pürüzlendirmeye başladığında,

hidroksiapatit tarafından hızlı bir şekilde tamponlanabilmektedir. Ortama yeni/ilave asidik monomerlerin katılması ile birlikte; tamponlanma nedeniyle azalmış olan pürüzlendirme kapasitesinde tekrar bir artış oluşturmaktadır (113). Aynı zamanda eş zamanlı gerçekleşen rezin infiltrasyon oranı da artar (114). Bu klinik protokolün ana dezavantajı, işlem süresinin ve basamak sayısının artması nedeniyle, daha hızlı bir uygulama protokolü arzu eden klinisyenler tarafından tercih edilmemesidir.

Demineralize dentin yapısına rezin infiltrasyonu ve solvent buharlaşması, klinik süreye bağımlı işlemlerdir. Adezivın uygulanmasını takiben ışıkla polimerizasyonun hemen yapılmayıp geciktirilmesi halinde, rezin penetrasyonu ve solvent buharlaşmasına ayrılacak zamanın arttırılarak sonuçta daha başarılı bir rezin infiltrasyonu ve solvent buharlaşması sağlanabileceği düşünülmüştür (115, 116).

Basitleştirilmiş adeziv sistemlerin (5. ve 7. jenerasyon) hidrofilik yapılarına karşı alınabilecek bir önlem, adeziv polimerize olduktan sonra üzerine hidrofobik özellikte ek bir tabaka uygulamaktır. Basitleştirilmiş SE ve KTE adeziv sistemlerin uygulanmasından sonra üzerine hidrofobik özellikte ek bir tabakanın uygulanması, su retansiyonunun azalmasını ve daha kalın ve daha homojen bir adeziv tabaka oluşmasını sağlar. Aynı zamanda sıvı akış oranında anlamlı bir azalma olur (117, 118). Bu teknikte basitleştirilmiş adeziv sistemler sanki bir primer aşamasıymış gibi kullanılırlar ve üzerlerine gelen ek hidrofobik tabaka sayesinde hidrofobik monomer konsantrasyonu daha da artar. Bu işlem sonucunda zaman içerisinde daha stabil kalacak bir rezin-dentin arayüzü oluşturulmuş olur (119). Bu klinik uygulama prosedürünün tek dezavantajı zaman alıcı olmasıdır.

Rezin permeabilitesi ve monomer sızıntısı, adeziv sistemlerin yeterince polimerize edilememesi sonucu olduğundan araştırmacılar çalışmalarında üretici firmanın tavsiye ettiği polimerizasyon süresini aşarak, basitleştirilmiş adeziv sistemleri daha uzun süreli olarak ışıkla polimerize etmişler ve sonuçta polimerizasyon oranının (konversiyon derecesi) arttığını ve adeziv arayüzlerde görülen permeabilityi azalttıklarını bildirmişlerdir (120, 121). Teorik olarak, ışıkla polimerizasyon süresini arttırmak suretiyle adeziv arayüzündeki yıkım oranını yavaşlatmak mümkündür ancak bu yaklaşımın etkileri klinik olarak test edilmelidir. Ayrıca bu yaklaşımda klinik çalışma süresinin uzadığı ve ışıkla polimerizasyon ünitesinin ürettiği ışık yoğunluğunun tekniğin başarısını etkileyeceği göz ardı edilmemelidir. Üzerinde dikkatle durulması gereken önemli bir husus; bu uygulamalarda açığa çıkan ısıның pulpada ve dentin sıvısı akışı üzerinde oluşturması muhtemel olumsuz etkilerdir (108).

Yeterince buharlaştırılmamış ve ortamda fazla miktarda mahsur kalan solvent, polimer zincirlerinin birbirine yaklaşmasını engelleyeceğinden; sonuçta buharlaşan solvent miktarının

arttırılması oluşacak polimer çapraz bağlantısının daha fazla oranda gerçekleşmesini sağlayacaktır (108).

Özellikle Bis-GMA (bisglisidilmetakrilat) gibi hidrofobik monomerlerin kullanıldığı durumlarda, demineralize dentine monomer diffüzyonun azalması, hibrit tabakanın alt kısımları boyunca görülen ve infiltrasyonun yeteri kadar gerçekleşmediği zayıf alanlar oluşturur. Bu durumun Bis-GMA'nın suya doymuş dentinde çözünememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (108). Asitlenmiş dentin matrisindeki su, etanolle yer değiştirirse nispeten hidrofobik olan Bis-GMA/TEG-DMA (triethylenglikoldimetakrilat) monomerleri demineralize dentine infiltre olarak hidrofobik bir hibrit tabaka oluşturabilir. Bu tekniğe "etanol nemli bağlanma tekniği" adı verilmektedir. Hidrofobik rezinlerin etanol nemli bağlanma tekniği ile uygulanması rezin-dentin arayüzündeki su emilim oranlarında yaklaşık 5 kat azalma sağlamıştır. Bu prosedür zaman alıcı ve teknik hassasiyeti yüksek olan bir uygulamadır. Genellikle dentini etanole doymuş hale getirmek için artan konsantrasyonlarda etanol uygulanmaktadır ve bu işlem yaklaşık 3-4 dakika sürmektedir (108).

Rezin-dentin arayüzünde oluşan bir başka zayıf alan, kollajen fibrillerin endojen kaynaklı MMP'ler ve sistein katepsinleri tarafından gerçekleştirilen enzimatik yıkıma karşı dayanıksız olmasıdır. Dentine ön tedavi olarak uygulanacak proteaz inhibitörlerinin, endojen dentin enzimlerinin aktivasyonunu engelleyerek arayüzde zamanla meydana gelecek yaşlanmayı azaltabileceği bildirilmiştir (69). Klorheksidinin çok düşük konsantrasyonlarda bile etkili olan MMP inhibe edici özelliği olduğu bildirilmiştir (69). Klorheksidinin adezivler içerisine eklenmesi, adeziv uygulama prosedürüne ilave bir basamak oluşturmaksızın proteaz inhibitörlerinin kullanımına olanak sağlamıştır. Ancak klorheksidinin etkisinin yaklaşık 2 yıl ile sınırlı olduğu daha sonra etkisinin kaybolduğu tespit edilmiştir (69).

Son dönemde dentin bağlanma dayanımını arttırmaya yönelik uygulanan yaklaşımlardan biri de kollajen fibrillerin çapraz bağlayıcılar kullanılarak güçlendirilmesidir (122-125). Adeziv bağlanmada uzun süreli klinik başarı elde edilebilmesi için, kollajenlerin mekanik özelliklerinin yüksek ve biyoyıkım oranlarının düşük olması gereklidir. Bu nedenle kollajen ağın yıkım oranını azaltan ve mekanik stabilitesini arttıran bir mekanizma olarak eksojen kaynaklı kollajen çapraz bağlayıcıların kullanımı gündeme gelmiştir. Çeşitli sentetik (gluteraldehit, karbodimid gibi) ve üzüm çekirdeği ekstraktında bulunan genipin, proantosiyanidin (PA) gibi doğal çapraz bağlayıcı ajanlar kollajen çapraz bağlanmasını sağlayabilirler (122, 123, 126).

Proantosiyanidin, bioflavonoid grubunda doğal olarak bulunan, bitkilerin en önemli sekonder metabolitlerinden biridir. Kakao ve ürünlerinin, üzüm çekirdeğinin en zengin PA

kaynağı olduğu bilinmektedir. PA; hidroksil (çoğunlukla fenolik), eter ve ester grupları içeren moleküllerdir. PA'ların kollajeni çapraz bağlayabilme yetenekleri; moleküler, mikrofibriller ve kolajen fibriller hiyerarşisindeki bağlantıları indüklemeye potansiyellerine bağlanmıştır. Oligomerik PA'lar, kollajen stabilitesini arttırmak, ancak sadece bazı bileşiklerin monomerik PA'lerde gözlemlendiği gibi, dentin üzerinde mekanik değişiklikler oluşturma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı moleküler ağırlıklara sahip fenolik asit ve onun türevlerinden bazıları: PA dimerleri, trimerleri, gallik asit (Ga), metil-gallat (MGa) ve propil-gallat (PGa) esterleri ile glikoz pentagalloil esterleri (PGG)'dir. (127, 128).

Demineralize dentin matrisine çeşitli çapraz bağlayıcıların uygulanması sonrasında dentinin mekanik özelliklerinde değişiklikler meydana gelmiş ve bu değişikliklerin konsantrasyon ve uygulama süresine bağlı olduğu, mekanik özelliklerde yaklaşık 8-40 kat artış sağlayabildiği bildirilmiştir (123, 124). Daha önceki çalışmalar (123, 124). , kollajen çapraz bağlayıcıların dentinin mekanik özelliklerini ve dentinin kollajenazlar tarafından yıkımına karşı direncini erken dönemde arttırdığını bildirmişlerdir. Erken dönem rezin-dentin bağlanma dayanımı değerindeki artışın yanı sıra (122, 123, 125) 12 aylık süre sonunda dahi stabil kalabilen bir adeziv bağlanmanın sağlandığı rapor edilmiştir (129).

Dentin kollajeni yapısal olarak yüksek derecede çapraz bağlı bir doku olduğundan; bazı araştırmacılar rezin-dentin bağlanma dayanımındaki artışın, sadece dentinin çapraz bağlanma yoğunluğunu artırma sayesinde sağlandığı fikrine şüpheyle bakmaktadırlar (130). Daha sonra yapılan çalışmalarda, rezin-dentin bağlanma dayanımında meydana gelen artışın, çapraz bağlayıcıların sahip olduğu MMP inhibisyon özelliklerine bağlı olduğu bildirilmiştir (34, 130, 131).

Kollajen çapraz bağlayıcı ajanlarının klinik kullanımındaki kısıtlama, uzun tedavi süresi gerektirmeleridir. Genel olarak kollajen ağırlı mekanik özelliklerini arttırabilmek için bir saatten daha fazla uygulama zamanı gerekmektedir ve bunun klinikte uygulanması teknik olarak imkansızdır (122, 123). Uygulama süresini azaltmak için uygulanabilecek yaklaşımlardan biri çapraz bağlayıcı konsantrasyonunu arttırmak veya birkaç çapraz bağlayıcı ajanı kombine ederek uygulamaktır. Teknikle ilgili başka bir kısıtlama ise bu yöntemin SE adeziv sistemlerle birlikte uygulanamamasıdır.

2.7. Bağlanma Dayanımı Testleri

Klinikte uygulama şekilleri farklı olan adezivlerin diş dokularına bağlanma etkinliğini değerlendirmek amacıyla yapılan testler hem mevcut materyallerin birbirleriyle kıyaslanabilmesi hem de yeni materyallerin geliştirilebilmesine olanak sağladığı için çok büyük

bir önem taşımaktadır (90). Bağlanma dayanımı, diş ve restorasyon ara yüzeyindeki birim alana düşen kuvvet olarak tanımlanır. Diş yüzeyine paralel yönde gelen kuvvetler makaslama stresleri olarak adlandırılırken, dik yönde gelenler gerilme stresleridir (132). Adeziv sistemler ve diş dokuları arasındaki bağlanma dayanımı, çalışmalar arasında karşılaştırma yapmayı neredeyse imkansız hale getirebilecek pek çok değişkenden etkilenir (133). Klinik ortamda adeziv materyallerin bağlanma etkinliğini değerlendirmek hem çok maliyetli hem de zaman alıcıdır. Bu nedenle *in vitro* test metotları uygulanması kolay olması, minimal ekipman ve örnek preparasyonu gerektirmesi açısından tercih sebebidir (133). 1990'lı yılların ortalarına kadar makaslama bağlanma ve gerilme bağlanma dayanımı testleri sadece geniş bağlanma alanları (3-6mm, ~7-28mm²) olan örneklerde gerçekleştirilmiştir. Buna “makro makaslama” ve “makro gerilme” testleri denilmiştir (134). Zamanla makro testlerde karşılaşılan tek dişe bağımlılığı ortadan kaldırmak ve test sonuçlarındaki çeşitliliği (varyansı) azaltmak için “mikro makaslama” ve “mikro gerilme” testleri geliştirilmiştir. Mikro bağlanma dayanım testlerinde tek bir dişten çok sayıda örnek elde edilip bu örneklerde çok küçük olan yüzey alanların bile bölgesel olarak bağlantı dayanımı test edilebilir. Fakat daha fazla teknik hassasiyet gerektirmesi, özel ekipman ihtiyacı ve küçük boyuttaki örneklerin dehidratasyon potansiyeli gibi dezavantajlardan dolayı günümüzde hala konvansiyonel makro bağlanma dayanımı testleri ile yapılan çalışmalar ve yayımlanan makalelerin sayısı yüksektir (4, 5, 11, 12, 15, 135, 136).

2.7.1. Makaslama (Shear) Bağlanma Dayanımı Testi

Makaslama bağlanma dayanımı testi restoratif materyal ile diş arasındaki bağlanma ara yüzeyine sabit bir artışla ve paralel yönde kuvvet uygulanarak ölçülen *in vitro* bir testidir (137). Test örneklerinin kolay hazırlanması ve klinik şartlardaki kuvvet dağılımını en uygun şekilde taklit edebilmesinden dolayı literatürdeki bağlanma dayanımı ile ilgili çalışmalarda en sık kullanılan yöntemdir (4, 5, 11, 12, 15, 99, 112, 138-142).

Ortalama 3 ya da 4 mm yüksekliğindeki kompozit bloklar mine ya da dentin yüzeyine yerleştirilerek polimerize edilir. Kırılmayı gerçekleştiren uç, örneklerin kompozit ve dental yüzey arasındaki bağlantı bölgesine denk gelecek şekilde seviyelenir ve 0,5 mm/dk hızla kuvvet uygulanır. Test düzeneğinde kopma noktasında elde edilen en yüksek değer (Newton (N) cinsinden kaydedilir. Bağlanma dayanımı, kopma noktasında elde edilen değerın adeziv rezinin uygulandığı yüzey alanına (mm²) oranıdır ve birimi MPa (N/mm²)’dır (143).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışma; Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan cihaz ve ekipmanlar Tablo 1’de, kullanılan materyaller ve içerikleri ise Tablo 2’de gösterilmiştir.

3.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Ekipmanlar

Tablo 1: Çalışmada kullanılan cihaz ve ekipmanlar.

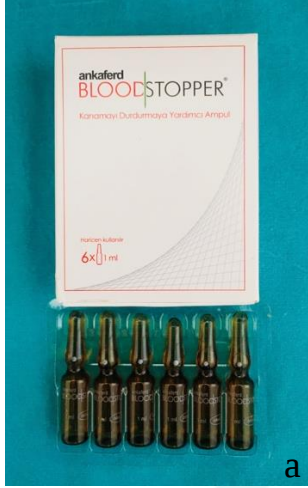
Ekipman ve Cihazlar	Model	Üretici Firma
Elektrikli mikromotor	Saeshin, Strong 210	Daegu, Kore
Piyasemen	Saeshin, Strong 210	Daegu, Kore
Hassas (analitik) tartı	Radwag, AS 220/C/2	Radom, Polonya
LED polimerizasyon cihazı	Monitex, BlueLEX LD-109	New Taipei City, Tayvan
Radyometre	PENG LIM Enterprise Co., Ltd, SN: CJ12078 M/N: BTM-2000	Tayvan
Dijital kaliper 150 mm	Mitutoyo Dijital Kumpas 500-182-30	Japonya
Etüv	Memmert UNB 400	Schwabach, Almanya
Termal Siklus Cihazı	Gökçeler Makine Üretim	Sivas, Türkiye
Makaslama Bağlanma Dayanımı (MBD) Test Cihazı	Mod Dental, Esetron Smart	Ankara, Türkiye
pH metre 1 pH metre 2	Hanna, pH 211 Hanna, H1 9812-5	Rhode Island, ABD
Stereomikroskop	Olympus, SZ61	Munster, Almanya
Masaüstü çalkalayıcı	Promax 2020, GmbH & Co KG	Kelheim, Almanya

3.2. Çalışmada Kullanılan Materyal ve İçerikleri

Tablo 2: Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri.

Marka	Üretici Firma	Materyal	İçerik
Filtek Z250 Lot no: N880786	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	Mikrohibrit kompozit rezin materyali	İnorganik doldurucular (%60), BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA
Leaddent Lot no: XN174L05	İzmir, Türkiye	Otopolimerizan soğuk akril rezin	Polimetilmetakrilat esash akrilik, metilmetakrilat monomer
Scotchbond Universal Adhesive (SUA) Lot no: 70818C (pH=2,7)	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	Üniversal adeziv	HEMA, Bis-GMA, dimetakrilat rezin, metakrilat-modifiye polikarbosilik asit kopolimer, başlatıcı, su, etanol
K-Etchant Syringe Lot no: 2Q0035 (pH=1,9)	Kuraray, New York, ABD	Asit jel	%35'lik fosforik asit jel
Ankaferd Ampul Lot no: LA100007663699 Lot no: LA100007647699 (pH=1,8)	ABS; Ankaferd blood stopper, İstanbul, Turkey	Kanama durdurucu ajan	Urtica dioica (kurutulmuş kök ekstresi), Vitis vinifera (kurutulmuş yaprak ekstresi), Glycrrhiza glabra (kurutulmuş yaprak ekstresi), Alpinia officinarum (kurutulmuş yaprak ekstresi), Thymus vulgaris (kurutulmuş ot ekstresi)

Gallik Asit Lot no: SLBV4564 (pH=2,8)	Sigma-Aldrich	Fenolik asit	3,4,5 Trihidroksibenzoik asit
BIS-GMA: Bisglisidimetakrilat, UDMA: Üretandimetakrilat, BIS-EMA: Bis etilen glikol dimetakrilat, HEMA: 2-Hidroksietilmetakrilat			



Resim 1. (a) Ankaferd kanama durdurucu ve (b) pH metre 1’de ABS’nin pH değeri



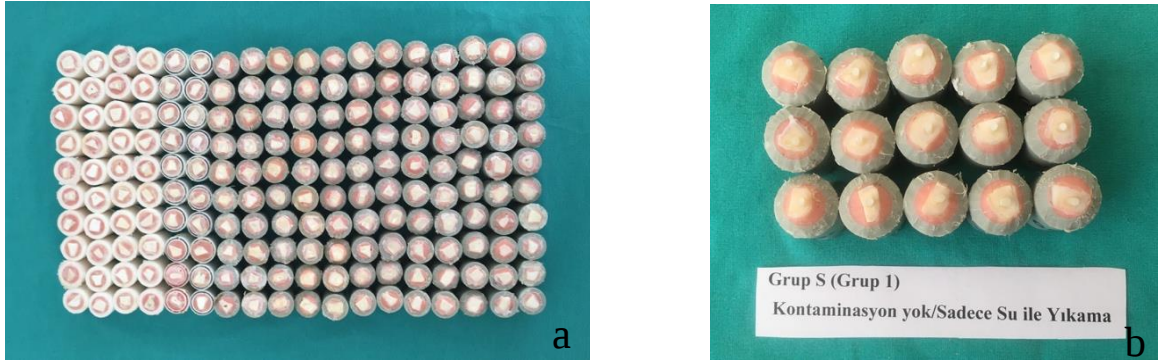
Resim 2. (a) Gallik asit ve (b) pH metre 2’de %10’luk konsantrasyonda hazırlanan Gallik asit solüsyonunun pH değeri

3.3. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda mezbahanedenden elde edilen ve 2 yaşını geçmemiş sığırlardan toplanan 180 adet sığır kesici dişi kullanılmıştır. Elde edilen dişler, akan su altında periodontal küret yardımıyla yumuşak doku eklentilerinden arındırıldıktan sonra 1 hafta süresince %0,1'lik timol solüsyonu içerisinde bekletilerek dezenfekte edilmiştir. Daha sonra distile su ile yıkanıp deney anına kadar distile su içerisinde muhafaza edilmiştir. Dişler çekildikten sonraki en geç bir ay içerisinde kullanılmıştır.

Dişlerin kökleri mikromotor ve elmas separe yardımıyla mine sement sınırının 3 mm altından kesilerek uzaklaştırılmıştır ve çalışmada yalnızca kron kısımları kullanılmıştır. Daha sonra 180, 240 ve 400 gridli silikon karbid zımpara kağıtları ile kronların bukkal mine yüzeyleri uzaklaştırılmış ve yüzeysel dentin dokusu açığa çıkarılmıştır.

Tüm örneklerde, dentin-kompozit rezin bağlantısının gerçekleştirileceği bukkal dentin yüzeylerinde homojen düz bir yüzey ve standart smear tabakası oluşturulabilmesi amacıyla 600 gritlik silikon karbit zımparalarla tek bir uygulayıcı tarafından su soğutması altında 60 sn boyunca zımparalanarak aşındırma işlemi tamamlanmıştır. Daha sonra tüm örnekler; bukkal dentin yüzeyleri üstte ve tamamen açıkta kalacak şekilde, standart boyuttaki silikon kalıplar içerisine konulan otopolimerizan soğuk akrilik içerisine gömülmüştür. Dentin yüzeylerinin soğuk akrilik ile aynı seviyede olması sağlanmıştır.



Resim 3. Çalışmada kullanılan (a) 180 adet dentin örneği (b) GrS’de yer alan örnekler

3.4. Örneklerin Gruplandırılması

Hazırlanan 180 adet dentin örneği, her grupta 15 adet örnek (n=15) yer alacak şekilde 12 gruba ayrılmış ve her örnek numaralandırılmıştır. Çalışmada yer alan örneklerin kontaminasyon tipi ve kontaminasyon uzaklaştırma yüzey işlemine göre gruplandırılması Tablo 3’te gösterilmiştir. İlk gruptaki (GrS) örnekler kontrol grubunda yer alıp hiçbir kontaminasyon ve kontaminasyonu uzaklaştırma işlemi uygulanmamıştır. İkinci ve üçüncü gruptaki (GrF,

GrG) örnekler, hazırlanan preperasyonda hiç kontamine olmamakla beraber kontaminasyon uzaklaştırma prosedürüne maruz kalan dentin alanlarını temsil etmektedir. Bu gruptaki örneklerle de herhangi bir kontaminasyon işlemi uygulanmamış ancak sırasıyla %35'lik fosforik asit ve %10'luk gallik asit kontaminasyonu uzaklaştırma prosedürleri uygulanmıştır. GrKS, GrKF ve GrKG'de yer alan örnekler 29 yaşında, sağlıklı bir donörün parmak ucunun iç kısmının delinmesiyle elde edilen taze kan ile, GrHS, GrHF ve GrHG'de yer alan örnekler ise yalnızca Ankaferd kanama durdurucuyla kontamine edilmiştir. GrKHS, GrKHF ve GrKHG'de yer alan örnekler kanla kontamine edildikten sonra ayrıca Ankaferd kanama durdurucu ile kontamine edilmiştir.

Örneklere uygulanan kontaminasyon uzaklaştırma işlemleri aynı zamanda universal adeziv sistemin farklı uygulama yaklaşımları olarak değerlendirilebileceğinden, grupları şu şekilde de açıklamak mümkündür (Tablo 3):

GrS: Universal adezivin kontamine olmayan dentine kendinden asitli (SE, self-etch) yaklaşımı ile uygulandığı kontrol grubu (SE-kontrol).

GrF: Universal adezivin kontamine olmayan dentine konvansiyonel asitle yıka (KTE, konvansiyonel-total-etch) yaklaşımı ile uygulandığı kontrol grubu (KTE-kontrol).

GrG: Universal adezivin kontamine olmayan dentine modifiye asitle yıka (MTE, modifiye-total-etch) yaklaşımı ile uygulandığı kontrol grubu (MTE-kontrol).

GrKS: Universal adezivin kanla kontamine edilen dentine SE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

GrKF: Universal adezivin kanla kontamine edilen dentine KTE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

GrKG: Universal adezivin kanla kontamine edilen dentine MTE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

GrHS: Universal adezivin hemostatik ajanla kontamine edilen dentine SE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

GrHF: Universal adezivin hemostatik ajanla kontamine edilen dentine KTE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

GrHG: Universal adezivin hemostatik ajanla kontamine edilen dentine MTE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

GrKHS: Universal adezivin kan ve hemostatik ajanla kontamine edilen dentine SE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

GrKHF: Universal adezivin kan ve hemostatik ajanla kontamine edilen dentine KTE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

GrKHG: Universal adezivin kan ve hemostatik ajanla kontamine edilen dentine MTE yaklaşımı ile uygulandığı grup.

Tablo 3: Çalışmada yer alan örneklerin üniversal adeziv sistemin uygulanma yaklaşımına göre sınıflandırılması

		KONTAMİNASYON UZAKLAŞTIRMA/ÜNİVERSAL ADEZİV UYGULAMA YAKLAŞIMI		
		SE Yaklaşımı Ön Asitleme Yok	KTE Yaklaşımı %35 Fosforik Asitle Ön Asitleme	MTE Yaklaşımı %10 Gallik Asitle Ön Asitleme
KONTAMİNASYON TİPİ	YOK	GrS (SE- Kontrol)	GrF (KTE- Kontrol)	GrG (MTE- Kontrol)
	KAN	GrKS	GrKF	GrKG
	HEMOSTATİK AJAN	GrHS	GrHF	GrHG
	KAN+ HEMOSTATİK AJAN	GrKHS	GrKHF	GrKHG

3.5. Örneklerde Kontaminasyon Oluşturma ve Kontaminasyon Uzaklaştırma İşlemlerinin Uygulanması

Gruplara göre kontaminasyon oluşturma ve kontaminasyonu uzaklaştırma işlemlerinin uygulanması şu şekilde planlanmıştır:

1. GrS: Bu grupta yer alan örneklerle herhangi bir kontaminasyon uygulanmamıştır. Örnek yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklerle 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

2. GrF: Bu grupta yer alan örneklerle herhangi bir kontaminasyon uygulanmamıştır. Örneklerle 10 sn süreyle %35'lik fosforik asit uygulanıp yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklerle 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

3. GrG: Bu grupta yer alan örneklerle herhangi bir kontaminasyon uygulanmamıştır. Örnek yüzeylerine 10 sn süreyle %10'lik gallik asit uygulanıp yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklerle 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

4. GrKS: Bu grupta yer alan örnekler, donörden alınan taze kan ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklerle 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

5. GrKF: Bu grupta yer alan örnekler, donörden alınan kan ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklerle 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra kontaminasyonu

uzaklaştırma amacıyla yüzeye 10 sn süreyle %35'lik fosforik asit uygulanıp örnek yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

6. GrKG: Bu grupta yer alan örnekler, donörden alınan taze kan ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra kontaminasyon uzaklaştırma amacıyla yüzeye 10 sn süreyle %10'luk gallik asit uygulanıp yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

7. GrHS: Bu grupta yer alan örnekler, Ankaferd kanama durdurucu ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

8. GrHF: Bu grupta yer alan örnekler, Ankaferd kanama durdurucu ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra kontaminasyonu uzaklaştırma amacıyla yüzeye 10 sn süreyle %35'lik fosforik asit uygulanıp dentin yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

9. GrHG: Bu grupta yer alan örnekler, Ankaferd kanama durdurucu ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazıkçe uygulanmıştır. Daha sonra kontaminasyon uzaklaştırma amacıyla yüzeye 10 sn süreyle %10'luk gallik asit uygulanıp yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazıkçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

10. GrKHS: Bu grupta yer alan örnekler, donörden alınan taze kan ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazıkçe uygulanmıştır. Sonrasında 10 sn süreyle Ankaferd kanama durdurucu uygulanmıştır. Dentin yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazıkçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

11. GrKHF: Bu grupta yer alan örnekler, donörden alınan taze kan ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazıkçe uygulanmıştır. Sonrasında 10 sn süreyle Ankaferd kanama durdurucu uygulanmıştır. Dentin yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazıkçe uygulanmıştır. Daha sonra kontaminasyonu uzaklaştırma amacıyla yüzeye 10 sn süreyle %35'lik fosforik asit uygulanıp dentin yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90⁰ açıyla tutulan hava su spreyi

yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra doğrudan kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

12. GrKHG: Bu grupta yer alan örnekler, donörden alınan taze kan ile 10 sn süreyle kontamine edildikten sonra yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90° açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Sonrasında 10 sn süreyle Ankaferd kanama durdurucu uygulanmıştır. Dentin yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkanmıştır. Daha sonra örneklere 1 cm mesafeden ve 90° açıyla tutulan hava su spreyi yardımıyla hava uygulanmıştır. Dentin yüzeylerinin hafif nemli kalabilmesi için hava spreyi dentin yüzeylerine 5 sn süreyle, dalgalandırır tarzda ve nazikçe uygulanmıştır. Daha sonra kontaminasyonu uzaklaştırmak amacıyla yüzeye 10 sn süreyle %10'luk gallik asit uygulanıp dentin yüzeyleri hava su spreyi kullanılarak 10 sn süreyle su ile yıkandıktan sonra 5 sn süreyle hafifçe kurutulmuş ve dentin yüzeylerine kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.



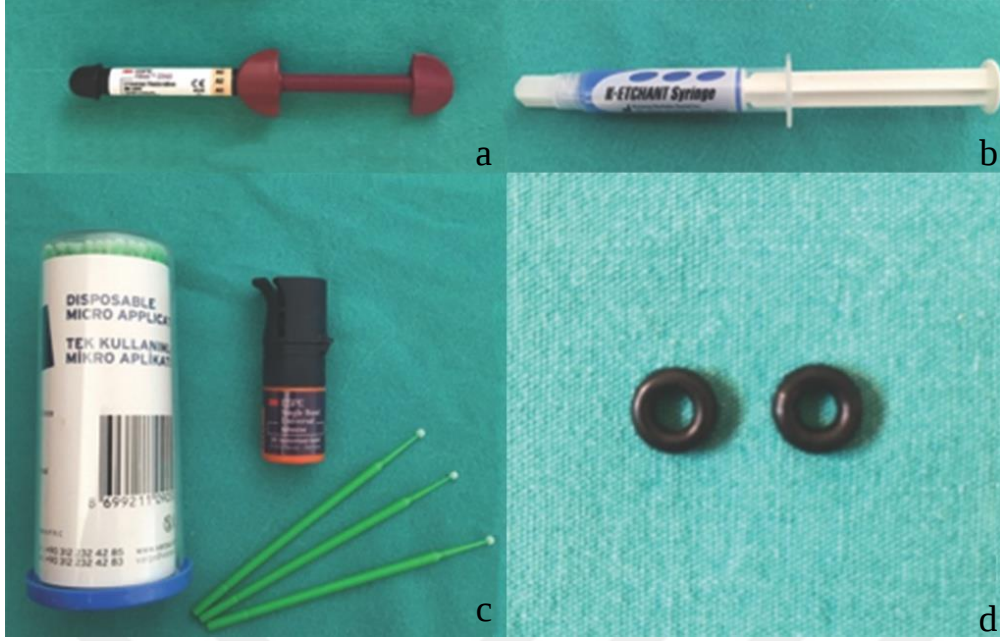
Resim 4. Çalışmada kullanılan (a) radyometre cihazı ve (b) ışık şiddetinin ölçülmesi



Resim 5. (a,b,c) Çalışmada yer alan bir örnekte donörden alınan taze kapiller kan ile kontaminasyonun oluşturulması

3.6. Dentin Yüzeylerine Kompozit Rezin Restorasyon Yapılması

Üniversal adeziv rezin sistemi (Scotchbond Universal, 3M ESPE, St Paul, MN, ABD) hafif nemli dentin yüzeylerine, mikro fırça yardımıyla 20 sn süreyle ovalanarak uygulandıktan sonra çözücünün uzaklaştırılması için uygulanan adeziv tabakası hareketsiz hale gelinceye kadar hava su spreyi yardımıyla hafifçe 5 sn süreyle kurutulmuştur. Daha sonra aynı işlem tekrar gerçekleştirilmiş ve adeziv sistem 2 tabaka halinde uygulanmıştır. Örnek yüzeyine 20 sn süreyle LED ışık cihazı (Monitex New Taipei City, Tayvan) uygulanarak adeziv rezinin sistemin polimerizasyonu tamamlanmıştır. Dentin yüzeylerine uygulanacak olan kompozit rezin restorasyonların, standardizasyonunu sağlamak amacıyla 2 mm yükseklikte ve 4 mm çapında silikon kalıplar kullanılmış ve restorasyon aşamasına geçilmeden önce her bir silikon kalıbın boyutu dijital kumpas yardımıyla ölçülerek kontrol edilmiştir. Adeziv sistem uygulanmış dentin yüzeylerinin üzerine silikon kalıplar konumlandırıldıktan sonra bu kalıplara kompozit rezin materyali (Filtek Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) tek tabaka halinde yerleştirilmiştir. Daha sonra ışık kaynağının ucu, ışık uygulama mesafesi restorasyona yaklaşık 1 mm olacak ve 90° açı yapacak şekilde konumlandırılmıştır. Kompozit rezin restorasyon 20 sn süreyle polimerize edilerek restorasyon tamamlanmıştır. Kompozit rezin restorasyon uygulama aşamasında her 5 polimerizasyondan sonra radyometre ile ışık gücü kontrol edilmiştir (Resim 4). Daha sonra silikon kalıpların bir presel yardımıyla uzaklaştırılmaları sağlanmıştır. Kompozit rezin materyalinin polimerizasyon sürecinin tam olarak tamamlanabilmesini sağlamak için örnekler etüvde 37 °C’de 24 sa süreyle distile su içerisinde bekletilmiş ve daha sonra termal yaşlandırma işlemine tabi tutulmuştur.



Resim 6. Çalışmada kullanılan (a) mikrohibrit kompozit rezin restorasyon materyali (Filtek Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD), (b) %35'lik fosforik asit jeli (K-Etchant, Kuraray, New York, ABD), (c) üniversal adeziv sistem ve uygulama aplikatörleri (Scotchbond Universal Refil, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ve (d) standart boyuttaki silikon kalıplar

3.7. Termal Yaşlandırma

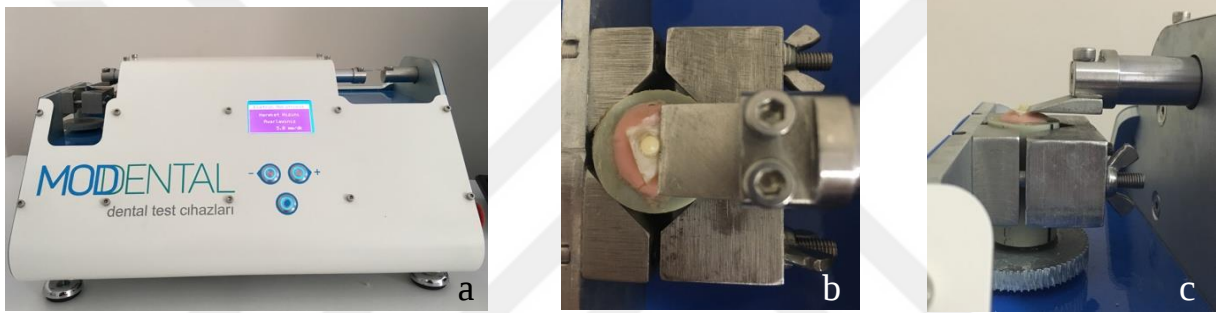
Örnekler termal siklus cihazına alınarak 5-55 ⁰C'de arasında her banyoda daldırma süresi 30 sn, banyolar arası geçiş süresi ise 10 sn olacak şekilde 5,000 devir termal yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Termal yaşlandırma işlemi tamamlandıktan sonra makaslama bağlanma dayanımı analizlerine geçilmiştir.



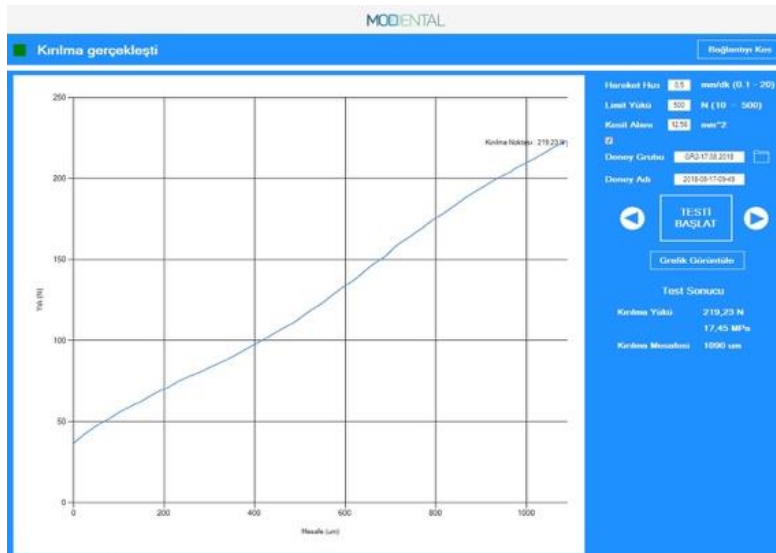
Resim 7. Çalışmada kullanılan termal siklus cihazı

3.8. Kompozit Resin-Dentin Makaslama Bağlanma Dayanımı Analizi

Makaslama bağlanma dayanımı analizi, makaslama bağlanma test cihazında gerçekleştirilmiştir. Testte kullanılacak kırma aparatı, ISO TR 11405 spesifikasyonunda belirtilen şekilde 1 mm kalınlığında ve uc kısmı künt şekildedir. Örnekler test cihazına sabitlenmeden önce, makaslama bağlanma test cihazının bağlı olduğu bilgisayardaki yazılıma kesit alanı ($12,56 \text{ mm}^2$), kafa hızı (hareket hızı) ($0,5 \text{ mm/dk}$) ve uygulanacak maksimum yük (limit yük) (500 N) ile ilgili veri girişi yapılmıştır (Resim 10). Kırma aparatı, örneklerdeki kompozit yüzeyiyle 90° 'lik bir açı yapacak şekilde sırayla cihaza yerleştirilmiş ve kompozit resin-dentin bağlantısında kopmanın gerçekleştiği andaki sayısal değerler N ve MPa cinsinden otomatik olarak hesaplanarak kaydedilmiştir.



Resim 8. (a) Çalışmada kullanılan makaslama bağlanma dayanımı test cihazı (b,c) Bir örneğin makaslama bağlanma dayanımı cihazına yerleştirilmesi



Resim 9. Makaslama bağlanma test cihazının bağlı olduğu bilgisayardaki yazılıma kesit alanı, kafa hızı (hareket hızı), ve uygulanacak maksimum yük (limit yük) ile ilgili veri girişinin yapılması

Ayrıca örneklerdeki kopma yüzeyleri, stereomikroskopta X20 büyütme altında incelenmiş (Resim 11) ve kopma (başarısızlık) tipleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılarak yüzdeleri belirlenmiştir:

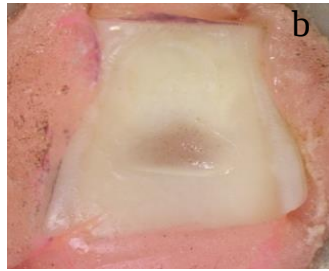
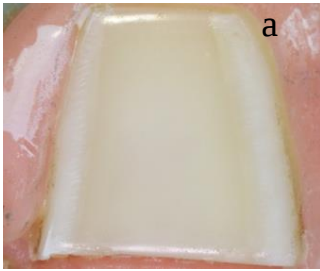
Koheziv Tip Başarısızlık: Kopmanın dentin dokusu içerisinde ya da kompozit materyali içerisinde gerçekleştiği başarısızlık tipi

Adeziv Tip Başarısızlık: Kopmanın kompozit rezin-dentin arayüzünde gerçekleştiği başarısızlık tipi

Karma Tip Başarısızlık: Kopmanın hem kompozit rezin materyali/dentin dokusu içerisinde hem de kompozit rezin-dentin arayüzünde gerçekleştiği başarısızlık tipi



Resim 10. Çalışmada kullanılan streomikroskop



Resim 11. Örneklerde tespit edilen kırılma tiplerinin stereomikroskop görüntüleri (a) adeziv tip başarısızlık, (b) koheziv tip başarısızlık ve (c) karma tip başarısızlık

3.9. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS 25 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel olarak grupların ortalama MBD değerleri arasında farklılık olup olmadığının tespiti için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılması öngörülmüştür. Öncelikle ANOVA testi varsayımları olan Normal dağılım ve Varyansların Homojenliği test edilmiştir. Normal dağılıma uygunluğu değerlendirmek için Shapiro-Wilk testi, varyans homojenliğini değerlendirmek için ise Levene testi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uyduğu ve varyansların homojen olduğu tespit edildiği için ANOVA testi uygulanmıştır. ANOVA testi sonucunda grupların ortalama MBD değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Hangi gruplar arasında farklılık olduğunu belirlemek için Post-Hoc Tukey HSD testi yapılmıştır (Tablo 4).. Tüm testlerde tip I hata düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Bulguları

Grup ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan ANOVA analizi sonucuna göre grupların ortalama MBD değerleri arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4: Post-hoc Tukey HSD testi ile ikili grup karşılaştırmaları

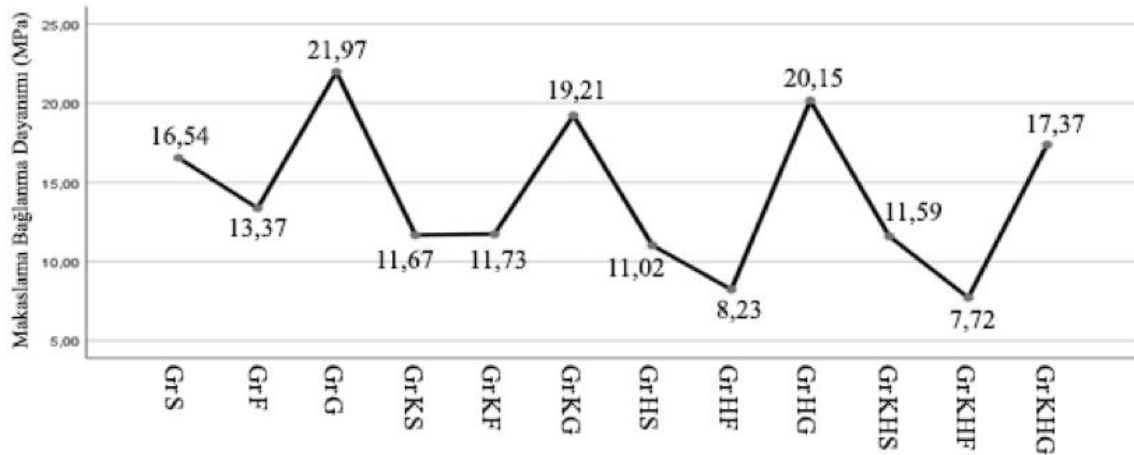
Gruplar	N	1	2	3	4	5	6	7
GrKHF	15	7,7173						
GrHF	15	8,2260	8,2260					
GrHS	15		11,0227	11,0227				
GrKHS	15			11,5940				
GrKS	15			11,6660				
GrKF	15			11,7280				
GrF	15			13,3667	13,3667			
GrS	15				16,5380	16,5380		
GrKHG	15					17,3733	17,3733	
GRKG	15					19,2133	19,2133	19,2133
GrHG	15						20,1533	20,1533
GrG	15							21,9673
Sig.		1,000	0,185	0,441	0,071	0,240	0,192	0,203
Aynı sütunda yer alan gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$)								

Grupların ortalama MBD verilerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5’da gösterilmiştir. Ortalama MBD verilerini bir arada gösteren grafik ise şekil 3’de yer almaktadır.

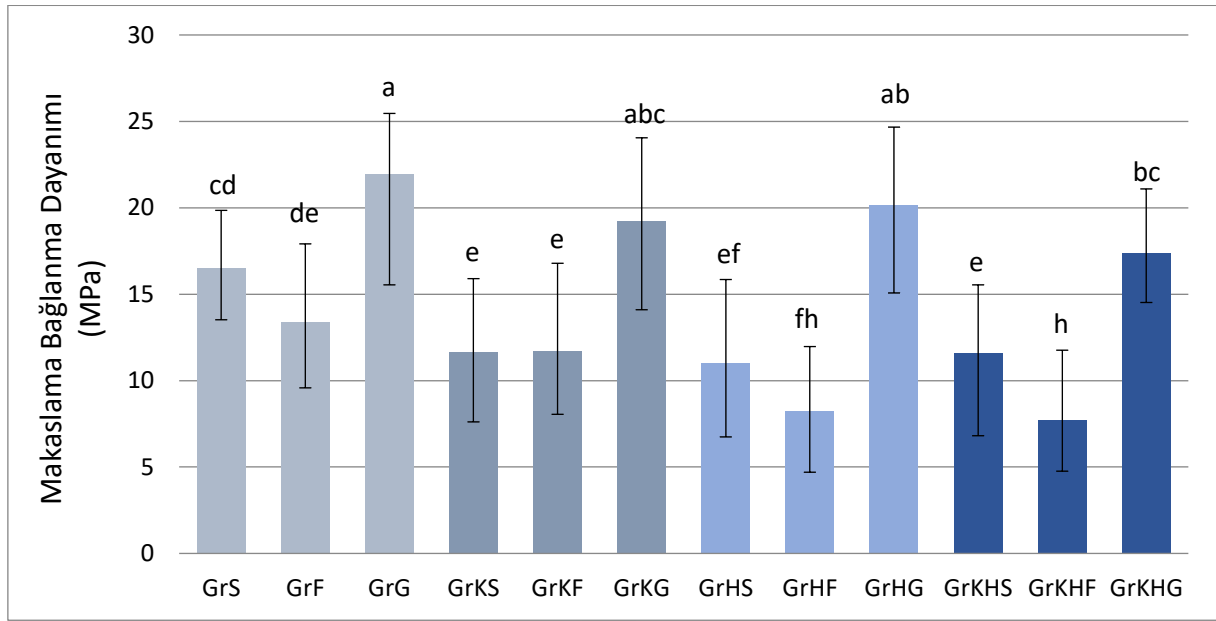
Tablo 5: Grupların ortalama MBD verilerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri

Gruplar	N	Min (MPa)	Maks (MPa)	Ortalama (MPa)	Std. Sapma
GrS	15	13,52	19,85	16,54 ^{cd}	±2,09
GrF	15	9,58	17,91	13,37 ^{de}	±2,90
GrG	15	15,54	25,46	21,97 ^a	±2,78
GrKS	15	7,61	15,90	11,67 ^e	±2,73
GrKF	15	8,05	16,79	11,73 ^e	±2,70
GrKG	15	14,10	24,05	19,21 ^{abc}	±2,93
GrHS	15	6,74	15,85	11,02 ^{ef}	±3,40
GrHF	15	4,70	12,17	8,23 ^{fh}	±2,56
GrHG	15	15,07	24,67	20,15 ^{ab}	±3,14
GrKHS	15	6,81	15,54	11,59 ^e	±2,95
GrKHF	15	4,76	11,76	7,72 ^h	±2,08
GrKHG	15	14,52	21,09	17,37 ^{bc}	±2,02
Toplam	180				
Aynı üst simge harfleri paylaşan ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir (p>0,05)					

Şekil 2. Ortalama MBD verilerinin çizgi grafiği ile gösterimi



Şekil 3. Ortalama MBD verilerinin sütun grafiği ile gösterimi



Tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı en yüksek ve en düşük ortalama MBD değerine sahip olan gruplar GrG ve GrKHF'dir. Gruplarda elde edilen ortalama MBD değerleri en yüksekten en düşüğe doğru; GrG=21,97(±2,78)^a, GrHG=20,15(±3,14)^{ab}, GrKG=19,21(±2,93)^{abc}, GrKHG=17,37(±2,02)^{bc}, GrS=(16,54±2,09)^{cd}, GrF=13,37(±2,90)^{de}, GrKF=11,73(±2,70)^e, GrKS=11,67(±2,73)^e, GrKHS=11,59(±2,95)^e, GrHS=11,02(±3,40)^{ef}, GrHF=8,23(±2,56)^{fh} ve GrKHF=7,72(±2,08)^h şeklinde sıralanmıştır. Aynı üst simge harfleri paylaşan ortalama MBD değerleri istatistiksel olarak farklı değildir (p>0,05).

Post hoc Tukey HSD testi sonuçlarına göre ortalama MBD değerleri üzerinden gruplar arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalarda:

Kontamine olmayan dentin gruplarından GrS ve GrF arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0,05). GrG'nin GrS ve GrF ile arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). GrG'nin ortalama bağlanma değeri diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p<0,05).

Kanla kontamine dentin gruplarından GrKS ve GrKF arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0,05). GrKG'nin GrKS ve GrKF ile arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). GrKG'nin ortalama bağlanma değeri diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p<0,05).

Ankaferd ile kontamine dentin gruplarından GrHS ve GrHF arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0,05). GrHG'nin GrHS ve GrHF arasında istatistiksel

olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). GrHG'nin ortalama bağlanma değeri diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p<0,05$).

Kan+Ankaferd ile kontamine tüm dentin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Ortalama bağlanma değerleri açısından Kan+Ankaferd ile kontamine dentin grupları arasında en yüksek değer GrKHG'de, en düşük değer ise GrKHF'de tespit edilmiştir ($p<0,05$).

4.2. Stereomikroskop Analizi Bulguları

Makaslama bağlanma dayanımı testinin tamamlanmasının ardından 180 adet dentin yüzeyi, Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarında bulunan stereomikroskop (Olympus SZ61, Munster, Almanya) ve bu stereomikroskopa bağlı görüntüleme sistemi (Olympus cellSens Standart, Munster, Almanya) ile X20 büyütmede incelenmiş ve tüm örneklerin kompozit-dentin arayüzünde gerçekleşen kırılma tiplerinin görüntüleri kaydedilmiştir. Gruplarda görülen kırılma tiplerinin dağılımı ve yüzdeleri Tablo 6'de gösterilmektedir. Resim 11'de birkaç örnekte görülen kırılma tiplerinin stereomikroskop görüntüleri yer almaktadır.

Tablo 6: Gruplarda görülen kırılma tiplerinin dağılımı ve yüzdeleri

Gruplar (n=15)	Adeziv Kırılma		Koheziv Kırılma		Karma Kırılma	
	Sayısı	Yüzdesi (%)	Sayısı	Yüzdesi (%)	Sayısı	Yüzdesi (%)
GrS	5	(≈33) 33,33	1	(≈7) 6,66	9	60
GrF	7	(≈47) 46,66	1	(≈7) 6,66	7	(≈47) 46,66
GrG	4	(≈27) 26,66	2	(≈13) 13,33	9	60
GrKS	14	(≈93) 93,33	0	0	1	(≈7) 6,66
GrKF	13	(≈87) 86,66	0	0	2	(≈13) 13,33
GrKG	8	(≈53) 53,33	0	0	7	(≈47) 46,66

GrHS	13	(≈87) 86,66	0	0	2	(≈13) 13,33
GrHF	13	(≈87) 86,66	0	0	2	(≈13) 13,33
GrHG	6	40	1	(≈7) 6,66	8	(≈53) 53,33
GrKHS	14	(≈93) 93,33	0	0	1	(≈7) 6,66
GrKHF	15	100	0	0	0	0
GrKHG	5	(≈33) 33,33	0	0	10	(≈7) 6,66

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda farklı koşullar altında kontamine olan veya kontamine olmayan/normal dentine bir universal adeziv sistemin *in vitro* bağlanma dayanımı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Diş dokularının rezin içerikli restoratif materyallere bağlanma dayanımının incelendiği çalışmalarda sıklıkla insan dişleri (11, 18, 144) veya sığır keser dişleri (17, 139, 145) kullanılmaktadır. Sığır dişlerinin anatomik formlarının ve dentin yapılarının insan dişleri ile benzerlik göstermelerinin yanı sıra, insan dişlerine oranla daha geniş yüzeyli olmaları, çürük vb. gibi defektleri genellikle barındırmamaları ve kolay temin edilebilmeleri *in vitro* çalışmalarda kullanılmaları için tercih sebebidir (146). Bu avantajlardan dolayı çalışmamızda sığır dişlerinin kullanılması tercih edilmiştir.

In vitro çalışmalarda kullanılacak çekilmiş dişlerin deney zamanına kadar dehidratasyonunun önlenmesi ve dezenfeksiyonunun sağlanması amacıyla bir bekleme solüsyonunda muhafaza edilmeleri tavsiye edilmektedir (147). Çekilmiş dişlerin bekletilmesi amacıyla çalışmalarda %70'lik alkol (148), formalin (144), timol (18), distile su (5) veya serum fizyolojik (140) gibi farklı solüsyonlar kullanılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda %0,1 konsantrasyondaki timol solüsyonunun mine ve dentinin rezine bağlanma dayanımını etkilemediği bildirildiğinden (149, 150), çalışmamızda kullanılan sığır dişleri dezenfeksiyon amacıyla 1 hafta süreyle %0,1 konsantrasyondaki timol solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. Dezenfekte edilen dişler daha sonra dentin örneklerine dönüştürülmüş ve deney anına kadar sadece distile su içerisinde muhafaza edilmiştir.

Restoratif materyallerin başarısının değerlendirilmesi amacıyla düzenlenen iyi planlanmış randomize kontrollü klinik çalışmalar, altın standart değerlendirme yöntemi olarak kabul edilirler. Ancak bu tür çalışmaların rutin olarak yapılmasına olanak vermeyen birçok kısıtlama mevcuttur (151-153). Adeziv sistemi uygulayan kullanıcı farklılığı, adezivin uygulandığı substrat farklılığı, hastanın tedavideki ve tedavi sonrası dönemdeki uyumu gibi faktörler, klinik çalışmaları karmaşık ve standardizasyonu neredeyse imkansız hale getirir (151). Ayrıca, klinik çalışmalar oldukça maliyetli ve zaman alıcıdır. Dental restoratif materyallerin hızla geliştiği de göz önüne alındığında, test edilen materyallerin klinik başarılarının kolay, hızlı ve gerçekçi bir yöntemle tahmin edilmesi önem kazanmaktadır ve *in vitro* çalışmalar bu anlamda avantaj sağlamaktadır (153, 154).

Laboratuvar ortamında yapılan *in vitro* çalışmalarda restoratif materyallerin diş dokularına bağlanma dayanımını belirlemek için makaslama (shear) veya gerilim (tensile)

testleri kullanılabilir. Makaslama bağlanma dayanımı testi, restoratif materyallerin çiğneme esnasında maruz kaldıkları makaslama stresini değerlendirebilen standart ve basit bir yöntem olduğundan çalışmalarda sıklıkla tercih edilir (11, 140, 141, 155). Ayrıca bu değerlendirme yönteminin ağız ortamındaki karışık karakterdeki oklüzal kuvvetleri başarılı şekilde taklit edebildiği bildirilmiştir (156). Bu bilgilerin ışığında, çalışmamızda makaslama bağlanma dayanımı testinin uygulanması tercih edilmiştir.

Restoratif materyallerin klinik ortamda fonksiyon görmeleri esnasında meydana gelen mekanik ve yapısal bozulmaları yani yaşlanmayı değerlendirmek amacıyla *in vitro* ortamda ağız içi koşulları taklit etmek ve böylece materyallerin klinik ömrünü tahmin edebilmek mümkündür (157). Laboratuvar çalışmalarında ağız içi koşulları taklit edebilmek amacıyla termal siklus, suda bekletme, pH siklusu, termomekanik yaşlandırma (157, 158) gibi farklı yapay yaşlandırma yöntemleri kullanılabilir. Çalışmamızda örneklerin rezin-dentin arayüzünü yapay olarak yaşlandırmak amacıyla makaslama bağlanma dayanımı testi öncesinde örnekler termal siklus işlemine tabi tutulmuştur. Termal siklus uluslararası çalışmalarda yaygın olarak kabul edilen ve en fazla kullanılan yapay yaşlandırma yöntemlerinden biridir (157). Termal siklus protokolünde tercih edilen sıcaklık ayarı, suda kalma süresi ve döngü sayısı bağlanma dayanımı üzerinde etkili olabilmektedir. Bunların arasında döngü sayısının bağlanma dayanımını en fazla etkileyen faktör olduğu tespit edilmiştir (159). Gale ve Darwell, örneklerle 10,000 döngü termal yaşlandırma uygulanmasının yaklaşık 1 yıllık *in vivo* fonksiyonu temsil ettiğini bildirmiştir (160). Çalışmamızda uyguladığımız termal yaşlandırma protokolünde; örneklerle 5-55 C⁰ sıcaklıktaki havuzlarda 5,000 döngü uygulanmıştır ve bu protokol yaklaşık 6 aylık klinik yaşlanmaya tekabül etmektedir.

In vitro ortamda kontamine olan/olmayan dentine makaslama bağlanma dayanımını incelemek üzere çalışmamıza Scotchbond Universal adeziv sistemi dahil edilmiştir. Scotchbond Universal adeziv, geleneksel kendinden asitli (SE) adeziv sistemlere benzer bir kimyasal bileşime sahip olmakla birlikte, ek olarak karboksilat ve/veya fosfat fonksiyonel monomerleri içermektedir (23). Scotchbond Universal adezivin yapısında dentine kimyasal bağlanmayı sağlayan iki bileşen, MDP ve metakrilat modifiye polialkenoik asit kopolimeri (Vitrebond, PAC) bulunmaktadır (23). MDP, hidroksiapatit üzerinde hidrolitik yıkıma dayanıklı kalsiyum tuzları oluşturarak "nano tabakalaşma" formunda dentine kimyasal olarak bağlanabilen bir fonksiyonel fosfat monomeridir (67, 68). MDP diş yapılarını demineralize edebilmekte ve asit-baz rezistans alanı oluşturarak hidroksiapatit ile kimyasal etkileşimde bulunabilmektedir. MDP tarafından oluşturulan kimyasal bağın, diğer fonksiyonel monomerlerin oluşturduklarına kıyasla daha kararlı ve suya (hidrolitik yıkıma) daha dayanıklı

olduğu bildirilmiştir (66, 161). PAC bileşeni de polar karboksil grupları sayesinde hidroksiapatit yapısındaki kalsiyum iyonlarına kimyasal olarak bağlanabilmekte ve uzun dönem bağlanma stabilitesine katkı sağlamaktadır (162, 163).

Scotchbond Universal adezivinin dentin adezyonu protokolünde; %35'lik fosforik asitle ön asitlemenin yapıldığı yani KTE yaklaşımının uygulandığı ve ön asitlemenin yapılmadığı yani SE yaklaşımının uygulandığı iki farklı seçenek bulunmaktadır. Üniversal adeziv sistemlerin incelendiği birçok çalışmada, hangi uygulama yaklaşımının dentine daha iyi bir adezyon sağlayacağı araştırılmıştır. Yakın dönemde Kaczor ve ark. (74), 13 *in vitro* çalışmayı (62, 64, 80-82, 85, 164-170) dahil ettikleri sistematik derleme ve 5 *in vitro* çalışmayı (64, 80, 81, 85, 166) inceledikleri meta analiz çalışmalarında, KTE ve SE uygulama yaklaşımlarının üniversal adeziv sistemlerin nanosızıntısını nasıl etkilediği sorusuna yanıt aramışlardır. Scotchbond Universal (3M ESPE, St Paul, MN, ABD), All Bond Universal (Bisco, Schaumburg, IL, ABD), G-Bond Plus (GC, Tokyo, Japonya), Prime&Bond Elect (Dentsply Caulk, Milford, DE, ABD), Peak Universal (Ultradent, South Jordan, UT, ABD), Clearfil Universal Bond (Kuraray Noritake Dental Inc, Japonya), Futurabond U (Voco GmbH, Almanya) olmak üzere incelenen yedi farklı üniversal adeziv arasında; Scotchbond Universal ve Prime&Bond Elect hariç olmak üzere diğer tüm adeziv sistemlerin nanosızıntı oranlarının farklı uygulama yaklaşımlarından etkilendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca incelenen tüm üniversal adeziv sistemler arasında en düşük nanosızıntı değerlerinin SUA ile elde edildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar SUA'nın bu etkinliğini, adezivinin düşük asiditeli olması ve formülasyonundaki MDP monomeri tarafından oluşturulan kararlı kimyasal bağlanma ile ilişkilendirmişlerdir.

Başka bir meta analiz çalışmasında Rosa ve ark (63)., KTE ve SE yaklaşımlarıyla uygulanan hafif asiditeli üniversal adezivlerin mine ve dentine bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği 10 *in vitro* çalışmayı (62, 64, 79, 81, 168, 171-174) incelemişlerdir. Yapılan incelemede, Scotchbond Universal, G-Premio Bond, Prime&Bond Elect ve Futura Bond adeziv sistemlerinin, KTE veya SE uygulama yaklaşımında kullanılması sonucunda elde edilen mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Araştırmacılar, fosforik asit ile yapılan ön asitlemenin yani üniversal adezivlerin KTE yaklaşımı ile uygulanmasının, ultra hafif asiditeli All-Bond Universal adeziv haricindeki diğer üniversal adezivlerin dentine bağlanma dayanımını SE yaklaşımına oranla arttırmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızın deney dizaynında oluşturulan GrS, GrF ve GrG kontrol gruplarında; kontamine olmayan/normal dentin yüzeylerine üç farklı yaklaşımla uygulanan SUA'nın

bağlanma dayanımı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. SUA'in kontamine olmayan/normal dentin yüzeyine SE yaklaşımıyla uygulandığı kontrol grubu GrS ile KTE yaklaşımıyla uygulandığı kontrol grubu GrF arasında, dentine bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu sonuç, KTE ve SE olmak üzere farklı yaklaşımlarda uygulanan SUA'in gerek nanosızıntı oranlarının gerekse bağlanma dayanımı değerlerinin anlamlı oranda değişmediğini bildiren diğer çalışmalarla uyumludur (63, 74). Dolayısıyla, hafif asiditeli SUA'in SE ve KTE yaklaşımlarında kontamine olmayan/normal dentin yüzeyine bağlanma dayanımı etkilenmediğinden, klinik uygulamalarda SE yaklaşımı tercih edilebilir.

Üniversal adeziv sistemlerin farklı yaklaşımlarla uygulandıklarında dahi dentinde benzer bağlanma performansı göstermeleri, klinisyene farklı klinik durumlarda uygun gördüğü yaklaşımı güvenli bir şekilde uygulayabilme avantajı sağlamaktadır (173). Ancak dentinin fosforik asitle pürüzlendirilmesi hususundaki endişeler üniversal adeziv sistemlerin KTE yaklaşımında kullanılması durumunda da devam etmektedir (175, 176). Fosforik asitle yapılan ön asitlemenin rezin-mine bağlanma dayanımını arttırdığı literatürde kabul edilmekle birlikte; dentin adezyonu söz konusu olduğunda durum farklılık göstermektedir. Dentinin %35-40'lık fosforik asitle pürüzlendirilmesi, dentin yapısında 6–10 µm derinliğe kadarki bölgede yer alan tüm mineral kristalleri kaldırır, kollajen fibrilleri açığa çıkarır, dentin geçirgenliğini artırır ve endojen dentin proteazlarının öncül formlarını yani kollajene bağlı proteolitik enzimleri aktive eder (177-180). KTE yaklaşımı ile uygulanan bazı üniversal adezivlerin oluşturduğu hibrit tabakalar incelendiğinde, ekstrasfibriller (interfibriller) alanların rezin örtü ile çevrili olduğu ancak bu rezin örtünün altında rezin ile infiltre olmayan ve suyla dolu halde kalan intrafibriller alanların bulunduğu tespit edilmiştir. Resin örtü altındaki suyla dolu intrafibriller boşluklar; dentinin asitlenmesiyle aktif hale gelen endojen proteolitik enzimlerin, mineral desteğini kaybeden kollajen dokuyu yıkması için elverişli bir ortam yaratır. *In vivo* ve *in vitro* çalışmalar, dentinde adezivler tarafından oluşturulan hibrit tabakanın su içeren ortamlarda kararsız olduklarını, rezin komponentlerinin hidrolizi ve endojen proteazlar (MMP'ler ve sistein katepsinleri) aracılığıyla kollajen matrikslerin yıkıma uğradığını kanıtlamıştır (66, 108, 181).

Asitle-yika adeziv sistemlerde uygulanan yüksek asiditeli fosforik asitin dentin dokusunda yarattığı agresif demineralizasyonun uzun dönem rezin bağlanma dayanımını olumsuz etkilemesi nedeniyle dentin dokusunda fosforik asite kıyasla daha az oranda demineralizasyon etkisi yaratacak alternatif pürüzlendirme yöntem ve materyalleri araştırılmaktadır. Son dönemde gündeme getirilen 'selektif dentin demineralizasyonu' yaklaşımında, dentin kollajen liflerindeki ekstrasfibriller/interfibriller minerallerin uzaklaştırılıp

intrafibriler minerallerin mümkün olduğunca korunması yani dentin kollajen matriksinin tamamen değil kısmen demineralize edilmesi hedeflenmektedir. Selektif dentin demineralizasyonu amacıyla bazı araştırmacılar, konvansiyonel asitle-yıka adeziv sistemlerde kullanılan %35-40'lık fosforik asitin konsantrasyonunu %5'e düşürerek (44) veya uygulama süresini 15 sn'den 3 sn'ye indirerek konvansiyonel asitle yıka yaklaşımını modifiye etmişlerdir (54).

Gerek rutin kullanımda gerekse dentin kontaminasyonu gibi ilave/ön asitlemenin gerekli olduğu klinik durumlarda üniversal adeziv sistemlerle kombine olarak kullanılabilecek ve dentin dokusunda fosforik asite kıyasla daha az oranda demineralizasyon etkisi yaratacak alternatif pürüzlendirme materyallerinin araştırılması oldukça önem taşımaktadır. Bu amaçla şekilde Sato ve ark. (182), bir üniversal sistemle (Adhese Universal, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) kombine olarak kullanılmak üzere iki farklı pürüzlendirme materyalini incelemişlerdir. Çalışmada oluşturulan iki farklı deneysel MTE yaklaşımında, Multi Etchant (ME, pH=0,6) ve Enamel Conditioner (EC, pH=0,5) pürüzlendirme materyalleri 30 sn sürelerle dentin yüzeylerine uygulanmış ve dentin yüzeyine 15 sn süreyle uygulanan fosforik asitin etkisiyle (K-etchant, pH=1,9) yani KTE yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Dentin yüzeyinde fosforik asite kıyasla demineralizasyon etkinliği daha düşük olan alternatif asitlerle yapılan ön asitleme sonucunda dentinin mikrogerilim bağlanma dayanımı azalmazken, fosforik asitle yapılan ön asitleme ile yani KTE yaklaşımında bağlanma dayanımının azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar, üniversal adezivlerin uygulanması öncesinde bu alternatif pürüzlendirme ajanlarıyla yapılacak ön asitlemenin yani çalışmada incelenen MTE yaklaşımlarının, fosforik asitle yapılan ön asitlemeye yani KTE yaklaşımına kıyasla daha üstün olduğunu belirtmişlerdir (182).

Çalışmamız sınırları dahilinde KTE yaklaşımına alternatif olarak oluşturulan deneysel MTE yaklaşımında, fosforik asite kıyasla daha zayıf bir asit olan (pH=2,8) gallik asit dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen tüm gruplar arasındaki en yüksek ortalama MBD değeri SUA'in MTE yaklaşımı ile uygulanması sonucunda MTE-kontrol grubu GrG'de elde edilmiştir. Aynı zamanda SUA'in MTE yaklaşımında elde edilen bağlanma dayanımı, SE ve KTE yaklaşımlarına kıyasla anlamlı oranda yüksek bulunmuş ve dolayısıyla kontamine olmayan/normal dentinde en güçlü bağlanma MTE yaklaşımı ile elde edilmiştir ($p<0,05$).

Gallik asit; kimyasal açılımı 3,4,5-trihidroksibenzoikasit olan, esterleri ile birlikte gıda ve ilaç endüstrisinde antioksidan etkisi sebebiyle kullanılan hidrobenzoik asit türevidir (183). Yeşil çay, kırmızı şarap, üzüm çekirdeği, safran fısığı, sumak, çay yaprakları, meşe ağacı kabuğu ve diğer bitkilerde doğal olarak bulunur. Güçlü bir antioksidan aktiviteye sahiptir, aynı

zamanda antikarsiyojenik potansiyel, antimikrobiyal aktivite ve kolestrolü düşürme özelliği de vardır (184-187). Literatürde dentin dokusunda rezin adezyonunu arttırmak amacıyla gallik asitin uygulandığı yalnız bir çalışma bulunmaktadır. Endodonti alanında yapılan bu çalışmada, Christopher ve ark (188), %10'luk gallik asit solüsyonunu kök kanal irrigasyonunda kullanmışlardır. Sodyum hipoklorit ile oksidize edilen kök kanal dentini örneklerine, antioksidan tedavisi amacıyla %10'luk askorbik asit, %10'luk tannik asit veya %10'luk gallik asit uygulanmış ve rezin içerikli kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonları değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, %10'luk gallik asit uygulamasının kök kanal dentinine rezin penetrasyonunu arttırmada en etkili uygulama olduğunu bildirmişlerdir.

Dentin yüzeyinde oluşan demineralizasyon derinliğinde; uygulanan asitin pH'ı yanında molekül ağırlığı da oldukça önemlidir. Kollajen fibrillerin “molekül ağırlığına dayalı seçici geçirgenlik” (size-exclusion) özelliği esas alınarak son dönemde geliştirilen şelatla ve yıka tekniğinde araştırmacılar, dentine 40 kDa'dan daha yüksek molekül ağırlığına sahip polimerik şelatörler uygulamışlardır (53).

Molekül ağırlığı 40 kDa'dan daha büyük moleküllerin kollajen fibrillerinin intrafibriller su kompartmanlarına geçişi önlendiğinden (46), bu yöntemle dentin demineralizasyonu yalnızca ektrafibril alanlarında sınırlı kalmış, intrafibriler mineraller intakt halde bırakılarak dentinin selektif demineralizasyonu sağlanmıştır. Proteazlar intrafibriler apatit tarafından fosilize edildiğinden ve intrafibriler minerallerin korunması sayesinde kollajen fibriller minerallerinden tamamen arındırılmadığından şelatla ve yıka tekniğinde dentin matriksindeki endojen proteazların açığa çıkmasının engellendiği ve bu sayede rezin-dentin bağlanma stabilitesinin artırılabilirdiği savunulmuştur (53).

Gallik asitin molekül ağırlığı yaklaşık 180 D (180,16 g/mol) olup (189), molekül ağırlığı 98 D (97,994 g/mol) civarında olan fosforik asite (190) kıyasla daha büyüktür. Her iki asitin de molekül ağırlığı 40kDa'dan küçük olduğundan dentinde intrafibriler minerallerin tamamen intakt halde bırakılıp yalnızca ektrafibril alanlarda sınırlı kalacak bir demineralizasyon oluşturmaları veya dentin matriksindeki endojen proteazların açığa çıkmasını tamamen engellemeleri mümkün görünmemektedir. Ancak diğer çalışmalarda (44, 54, 182) da gözlemlendiği üzere; dentine uygulanan pürüzlendirme ajanının asiditesini ve/veya uygulama süresini düşürmek bile, KTE yaklaşımına oranla intrafibriler minerallerin uzaklaştırılma oranlarını azaltmıştır. Çalışmamızın sınırları dahilinde incelenen MTE yaklaşımının, KTE yaklaşımına kıyasla dentine daha güçlü bir bağlanma dayanımı sağlaması; gallik asitin fosforik asite oranla daha büyük molekül ağırlığına sahip, daha zayıf bir asit olması nedeniyle muhtemelen dentin kollajen matriksini daha az oranda demineralize etmesinden kaynaklanmış

olabilir. MTE yaklaşımının uygulandığı GrG’de, KTE yaklaşımının uygulandığı GrF’ye oranla daha az oranda adeziv tip kırılma gözlemlenmiştir. GrG’de ağırlıkla karma tip kırılmanın gözlenmesi de makaslama bağlanma dayanımındaki artışı destekler niteliktedir. Ayrıca GrG’de iki örnekte koheziv tip kırılmanın gözlemlenmesi, bu örneklerde rezin-dentin arayüzündeki bağlanma dayanımının tam olarak değerlendirilemediğini, gerçek bağlanma değerinin muhtemelen ölçümde elde edilen değerden daha yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Dentin dokusunda her ne kadar hafif asiditeli SE adeziv sistemlerin kullanılması (66, 191-193) veya hafif asiditeli universal adeziv sistemlerin SE yaklaşımında uygulanması (52, 80, 168, 194) tavsiye edilse de klinikte ilave asitlemenin gerekli olabileceği dentin kontaminasyonu gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir. Literatürde yer alan birçok çalışmada da belirtildiği üzere, kontaminasyon olması durumunda diş dokularının rezin esaslı materyallere bağlanma dayanımı azalmakta ve bunun sonucunda diş-restorasyon arayüzünde mikrosızıntı oluşumu, restorasyon kaybı, tekrarlayan çürükler, post-operatif hassasiyet ve renk değişikliği gibi klinik başarısızlıklar ortaya çıkmaktadır (4, 18, 139, 145).

Restoratif diş hekimliği alanındaki klinik uygulamalar esnasında diş dokularının kan ve/veya hemostatik ajanlarla kontamine olması rutin olarak karşılaşılan bir problemdir. Prepare edilen bir dişin etrafındaki mukoza, gingiva gibi yumuşak dokularda kanama olması halinde diş hekimi öncelikle bu kanamayı durdurmaya yönelik olarak operasyon alanına kanama durdurucu yani hemostatik ajan tatbik eder. Diş dokularının kontaminasyonu açısından klinikte farklı durumlar ortaya çıkabilmektedir. Diş dokularının bazı bölümlerinde kan ve/veya hemostatik ajan kontaminasyonu olabildiği gibi, diğer bölümlerinde hiç kontamine olmayan alanlar da bulunabilmektedir. Çalışmamızın deney dizaynında oluşturulan gruplar içinde yer alan GrKS, GrKF ve GrKG dentin yüzeyinin sadece kan ile kontamine olduğu klinik durumu; GrHS, GrHF ve GrHG dentin yüzeyinin sadece hemostatik ajan (ABS) ile kontamine olduğu klinik durumu; GrKHS, GrKHF ve GrKHG ise dentin yüzeyinin kan+hemostatik ajan ile kontamine olduğu klinik durumu temsil etmektedir.

İdeal bir restoratif tedavide, diş yüzeylerindeki kontaminasyonu uzaklaştırmak ve diş dokularının rezine bağlanmasında kontaminasyon nedeniyle oluşacak olumsuz etkileri ortadan kaldırmak amacıyla uygulanan prosedürler büyük önem taşımaktadır. Literatürde diş dokularının bağlanma dayanımına etkisi incelenen kontaminasyon uzaklaştırma uygulamalarından bazıları; kontaminasyon sonrası ilgili diş yüzeyini suyla yıkamak (18), yüzeye %35-37’lik fosforik asit (18-20), %10’luk EDTA (20), %0,2’lik klorheksidin (17), sodyum hipoklorit (18), hidrojen peroksit (18), etanol (18) veya alüminyum oksit partikül

abrazyonu (19) uygulamak şeklindedir. Klinikte tercih edilebilecek bu uygulamalardan en basit olanı, kontamine diş yüzeyinin hava-su spreyi aracılığıyla yıkanmasıdır.

Literatür incelendiğinde, üniversal adeziv sistemlerin incelendiği çalışmaların genellikle kontamine olmayan/normal dentin yüzeylerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Gerek rutin kullanımda gerekse dentin kontaminasyonu gibi ilave/ön asitlemenin gerekli olduğu klinik durumlarda üniversal adeziv sistemlerle kombine olarak kullanılabilecek ve dentin dokusunda fosforik asite kıyasla daha az oranda demineralizasyon etkisi yaratacak alternatif pürüzlendirme materyallerinin araştırılması oldukça önem taşımaktadır. Bu amaçla çalışmamıza dahil edilen gallik asit, kan ve/veya hemostatik ajan ile kontamine dentin yüzeylerine uygulanarak MTE yaklaşımının SUA'in bağlanma dayanımındaki etkisi incelenmiştir. Çalışmamızda, KTE ve MTE yaklaşımlarının uygulandığı gruplarda dentine uygulanan ön asitleme işlemleri aynı zamanda birer kontaminasyon uzaklaştırma yöntemi olarak kabul edildiğinde; GrF ve GrG kontrol gruplarında, kontamine olmadığı halde kontaminasyon uzaklaştırma yöntemlerine (%35'lik fosforik asit ve %10'luk gallik asit uygulama) maruz kalan dentin yüzeylerine uygulanan SUA'in bağlanma dayanımının değerlendirilebilmesi mümkün olmuştur.

Deney dizaynında oluşturulan gruplar arasında yer alan GrKS, GrKHS ve GrHS, kontamine diş yüzeyinin sadece suyla yıkandığı klinik durumu temsil etmektedir. Adezyon protokolü öncesinde ön asitlemenin yapılmadığı GrS, GrKS, GrHS, GrKHS gruplarında, SUA dentine SE yaklaşımı ile uygulanmıştır. GrKF, GrKHF ve GrHF, kontamine diş yüzeyinin suyla yıkandıktan sonra %35'lik fosforik asitle muamele edildiği klinik durumu temsil etmektedir. Adezyon protokolü öncesinde %35'lik fosforik asitle ön asitlemenin yapıldığı GrF, GrKF, GrHF, GrKHF, gruplarında SUA dentine KTE yaklaşımı ile uygulanmıştır. GrKG, GrKHG ve GrHG, kontamine diş yüzeyinin suyla yıkandıktan sonra %10'luk gallik asitle muamele edildiği klinik durumu ise temsil etmektedir. Adezyon protokolü öncesinde %10'luk gallik asitle ön asitlemenin yapıldığı GrG, GrKG, GrHG, GrKHG gruplarında ise, SUA dentine MTE yaklaşımı ile uygulanmıştır.

Kan kontaminasyonunun bağlanma dayanımını azaltma etkisi, kanın yüksek orandaki protein içeriğinin ve yapısındaki fibrinojen ve trombosit gibi makromoleküllerinin dentin yüzeyinde bir film tabaka oluşturması ve sonuçta bu tabakanın adezyon sürecinde rezin penetrasyonuna engel olması ile ilişkilendirilmiştir (97). Klinikteki kan kontaminasyonunu taklit etmek amacıyla, farklı çalışmalarda örneklerin donörden taze alınmış kapiller kan (195, 196) antikoagulan eklenmiş heparinize venöz kan (197) veya plazma (7) ile kontamine edildiği görülmektedir. Dietrich ve ark., antikoagulan ilavesinin bağlanma dayanımını etkilediğini bu

nedenle kan kontaminasyonunu taklit etmek amacıyla in vitro çalışmalarda tüpte bekletilen heparinize kan yerine donörden alınan taze kapiller kanın kullanılmasının daha uygun olacağını bildirmiştir (198, 199). Bu nedenle çalışmamızda kan kontaminasyonunu taklit etmek amacıyla ilgili gruplardaki örnekler, donörden alınan taze kapiller kan ile kontamine edilmiştir.

Hemostatik ajan kontaminasyonunu taklit etmek amacıyla çalışmamıza Ankaferd kanama durdurucu (ABS, Ankaferd Blood Stopper) dahil edilmiştir. Literatürde ABS ile kontamine edilen dentine rezin bağlanma dayanımını inceleyen sınırlı sayıdaki çalışmada (9, 13, 14, 16, 200-202) çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Çalışmaların bir kısmında ABS ile kontaminasyonun bağlanma dayanımını azalttığı bildirilirken (9-12), bazı çalışmalarda da ABS ile kontaminasyonun bağlanma dayanımını anlamlı düzeyde etkilemediği (13, 14) veya bu etkinin kabul edilebilir düzeyde olduğu (15, 16) ifade edilmiştir. Çalışmaların sonuçları arasındaki varyasyonlar, farklı tipte adeziv sistemlerin kullanılması, adezivin farklı kontaminasyon koşullarında uygulanması (örn. adezivi ABS uygulanmış dentin yüzeylerine direkt uygulama (200)), yapay yaşlandırma prosedürü uygulanma(ma)sı gibi deney dizaynlarındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Ayrıca ortodontik braket adezyonunda ABS kontaminasyonun etkisini değerlendiren çalışmalarda restoratif uygulamalarda ihtiyaç duyulan bağlanma değerlerine nazaran daha düşük değerlerdeki (6-8 Mpa) bağlanma dayanımının klinik olarak kabul edilebilir olduğu (203, 204) göz önünde bulundurulmalıdır.

Ankaferd kanama durdurucu ile kontamine diş yüzeylerinin kompozit rezine bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda, kontaminasyonu diş yüzeylerinden uzaklaştırmak amacıyla suyla yıkama dışında herhangi bir yöntemin uygulanmadığı ve ilave bir prosedürün incelenmediği görülmektedir. Bu bağlamda ABS veya kan+ABS ile kontamine dentin gruplarına KTE ve MTE yaklaşımları ile uygulanan SUA'in bağlanma dayanımı etkinliğini başka çalışmalarla kıyaslamamız mümkün olmamıştır.

Çalışmada SUA'in SE yaklaşımıyla uygulandığı durumda, kanla kontamine dentin grubunun ortalama MBD değeri ($GrKS=11,67\pm2,73$ MPa) SE-kontrol grubundan ($GrS=16,54\pm2,09$ MPa) istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Dolayısıyla dentin yüzeyinin kanla kontaminasyonu sonrasında SUA'in SE yaklaşımıyla uygulanması, başka bir deyişle kontaminasyonu uzaklaştırmak için sadece suyla yıkama, SUA'in dentine bağlanma dayanımını anlamlı oranda azaltmıştır. Bu sonuç, kan kontaminasyonu sonrasında sadece suyla yıkamanın SE adeziv sistemlerin dentine bağlanma dayanımını azalttığını bildiren diğer çalışmalarla (3, 9, 200, 205) uyumluluk göstermektedir. Bu durum muhtemelen yıkamayla dentin yüzeyinden tamamen uzaklaştırılamayan rezidüel

kandaki yüksek protein içeriğinin ve makromoleküllerin fiziksel bir bariyer oluşturarak rezin monomerlerin penetrasyonunu engellemesinden kaynaklanmaktadır.

Çalışmada SUA'nın SE yaklaşımıyla uygulandığı durumda, ABS veya kan+ABS ile kontamine dentin gruplarının ortalama MBD değerleri (GrHS=11,02±3,40 MPa, GrKHS=11,59±2,95 MPa), SE-kontrol grubundan (GrS=16,54±2,09 MPa) istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Dolayısıyla dentin yüzeyinin ABS veya kan+ABS ile kontaminasyonu sonrasında SUA'nın SE yaklaşımıyla uygulanması, başka bir deyişle kontaminasyonu uzaklaştırmak için sadece suyla yıkama, SUA'nın dentine bağlanma dayanımını anlamlı oranda azaltmıştır. Bu durum muhtemelen yıkamayla dentin yüzeyinden tamamen uzaklaştırılamayan rezidüel tabakanın fiziksel bir bariyer gibi davranarak dentine rezin penetrasyonunu engellemesinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde Karaman ve ark.(9), bir SE adeziv sistemin kanla ve/veya ABS ile kontamine dentin yüzeylerine mikrogerilim bağlanma dayanımını inceledikleri çalışmalarında; ABS veya kan+ABS ile kontamine dentin gruplarının bağlanma dayanımının kontrol gruplarına kıyasla azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmada SUA'nın KTE yaklaşımıyla uygulandığı durumda, kanla kontamine dentin grubunun ortalama MBD değeri (GrKF=11,73±2,70 MPa), KTE-kontrol grubu (GrF=13,37±2,90 MPa) ile istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Dolayısıyla dentin yüzeyinin kanla kontaminasyonu sonrasında fosforik asitle ön asitleme yapılması yani SUA'nın KTE yaklaşımıyla uygulanması dentine bağlanma dayanımını azaltmamış ve KTE-kontrol grubu düzeyinde muhafaza etmiştir. Bu sonuç, KTE adeziv sistemlerin kanla kontamine dentindeki etkinliğini bildiren diğer çalışmalarla uyumludur (18, 142, 206). Kontamine olmayan/normal dentine uygulanan SE ve KTE yaklaşımlarında (SE-kontrol ve KTE-kontrol gruplarında) istatistiksel olarak benzer bağlanma dayanımı elde edildiği gibi kanla kontamine dentine uygulanan SE ve KTE yaklaşımlarında da istatistiksel olarak benzer bağlanma dayanımı elde edilmiştir ($p>0,05$). Ancak belirtmek gerekir ki sonuçta elde edilen bağlanma dayanımı, SE-kontrol grubu **GrS'**ye kıyasla daha düşük düzeydedir. Dolayısıyla kanla kontamine dentinde fosforik asitle yapılan ön asitleme, SUA'nın bağlanma dayanımını KTE-kontrol grubu düzeyinde muhafaza edebilmekle birlikte, istatistiksel olarak SE-kontrol grubu GrS'den yani kontaminasyonsuz dentindeki SE yaklaşımında elde edilenden daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmada SUA'nın KTE yaklaşımıyla uygulandığı durumda; ABS ve kan+ABS ile kontamine dentin gruplarının ortalama MBD değerleri (GrHF=8,23±2,56 MPa, GrKHF=7,72±2,08 MPa), KTE-kontrol grubundan (GrF=13,37±2,90 MPa) istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Dolayısıyla dentin yüzeyinin ABS veya kan+ABS

ile kontaminasyonu sonrasında fosforik asitle ön asitleme yapılması yani SUA'in KTE yaklaşımıyla uygulanması dentine bağlanma dayanımı anlamlı oranda azaltmıştır. Ankaferd kanama durdurucunun pH'ı (1,8), fosforik asitin pH'ı (1,9) ve SUA'in pH'ı (2,7) göz önünde bulundurulduğunda; ABS ve kan+ABS ile kontamine GrHF ve GrKHF gruplarında dentin yüzeyinin üç defa asit ortama maruz kaldığı söylenebilir. Dentinde meydana gelen bu üç aşamalı asitleme etkisi nedeniyle oluşması muhtemel aşırı demineralizasyon, bağlanma dayanımının kontrol grubuna oranla düşük bulunmasında etkili olmuş olabilir.

Çalışmada SUA'in MTE yaklaşımıyla uygulandığı durumda, kanla veya ABS ile kontamine dentin gruplarının ortalama MBD değerleri (GrKG=19,21±2,93 MPa, (GrHG=20,15±3,14 MPa) MTE-kontrol grubu (GrG=21,98±2,78 MPa) ile istatistiksel olarak benzerdir ($p>0,05$). Dolayısıyla dentin yüzeyinin kanla veya ABS ile kontaminasyonu sonrasında suyla yıkamaya ilaveten %10'luk gallik asit uygulama yani SUA'in MTE yaklaşımıyla uygulanması dentine bağlanma dayanımını azaltmamış ve kontrol grubu düzeyinde muhafaza etmiştir.

Çalışmada SUA'in MTE yaklaşımıyla uygulandığı durumda, kan+ABS ile kontamine dentin grubunun ortalama MBD değeri (GrKHG=17,37±2,02 MPa), MTE-kontrol grubundan (GrG=21,98±2,78 MPa) istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Dolayısıyla dentin yüzeyinin kan+ABS ile kontaminasyonu sonrasında SUA'in MTE yaklaşımıyla uygulanması, universal adezivin dentine bağlanma dayanımı MTE-kontrol grubuna kıyasla anlamlı oranda azaltmıştır. Ancak bu yaklaşımda MTE-kontrol grubu düzeyine ulaşılmasa dahi, istatistiksel olarak SE-kontrol grubuna benzer düzeyde ($p>0,05$), KTE-kontrol grubuna kıyasla ise daha güçlü bir bağlanma dayanımı elde edilmiştir ($p<0,05$).

Ankaferd kanama durdurucunun pH'ı (1,8) gallik asitin pH'ı (2,8) ve SUA'in pH'ı (2,7) göz önünde bulundurulduğunda; ABS ve kan+ABS ile kontamine GrHG ve GrKHG gruplarında dentin yüzeyinin, GrHF ve GrKHF gruplarında olduğu gibi üç defa asit ortama maruz kaldığı söylenebilir. Ancak bu yaklaşımda ön asitleme amacıyla dentinde agresif demineralizasyon yaratan ve molekül ağırlığı daha küçük olan (98 D) fosforik asit yerine molekül ağırlığı daha büyük (180 D) ve daha zayıf bir asit olan gallik asit uygulanmıştır.

Çalışmamızın sınırları dahilinde, kanla kontamine dentinde en güçlü bağlanma SUA'in MTE yaklaşımında sağlanmış ($p<0,05$), SE ve KTE yaklaşımlarında ise istatistiksel olarak benzer bağlanma dayanımı elde edilmiştir ($p>0,05$). Ankaferd ile kontamine dentinde en güçlü bağlanma SUA'in MTE yaklaşımında sağlanmış ($p<0,05$), SE ve KTE yaklaşımlarında ise istatistiksel olarak benzer bağlanma dayanımı elde edilmiştir ($p>0,05$). Kan+ABS ile kontamine dentinde en güçlü bağlanma SUA'in MTE yaklaşımında sağlanmış ve bunu sırasıyla SUA'in

SE ve KTE yaklaşımları takip etmiştir ($p<0,05$). Bu çalışmanın sınırları dahilinde oluşturulan kontaminasyonları uzaklaştırmak amacıyla uygulanan hiçbir yaklaşım (SE, KTE veya MTE), kan+ABS ile kontamine dentinde bağlanma dayanımını kendi kontrol grubu düzeyinde muhafaza edecek derecede etkili olamamıştır. Kan+ABS kontaminasyonunda, sadece kan veya sadece ABS kontaminasyonuna kıyasla dentin yüzeyinden uzaklaştırılması daha zor bir katman oluşması muhtemeldir. Kan ve ABS bir araya geldiğinde etkileşime girmiş ve oluşan çökeltinin veya tabakanın yüzeyden tamamen uzaklaştırılamamasına bağlı olarak rezin penetrasyonu engellenmiş olabilir. Bu olasılığı doğrulamak için yüzey görüntüleme çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Çalışmamızın sınırları dahilinde incelenen tüm kontaminasyon durumlarında, MTE yaklaşımının uygulandığı gruplarda diğer gruplara kıyasla karma tip kırılmanın daha fazla, adeziv tip kırılmanın ise daha az oranda gözlemlenmesi, diğer yaklaşımlara kıyasla dentinde daha başarılı bir bağlanma sağladığını destekler niteliktedir.

Gerek tüm kontaminasyon durumlarında gerekse kontamine olmayan/normal dentinde gallik asitle yapılan ön asitlemenin fosforik asite kıyasla daha güçlü bir bağlanma dayanımı sağlaması, gallik asitin fosforik asite oranla muhtemelen dentin kollajen matriksini daha az oranda demineralize etmesinden kaynaklanmış olabilir. Gallik asitin fosforik asite oranla daha büyük molekül ağırlığına sahip, daha zayıf bir asit olması dışında başka bir özelliği de güçlü bir metal bağlayıcı ve şelatörü olmasıdır. Tıp alanında fitoşelatör olarak kullanılan gallik asit, demir metabolizması bozukluklarında, kanda aşırı demir birikmesi görülen vakaların tedavisinde kullanılmaktadır (207). Ayrıca yakın dönemde gallik asitin metal iyonlarıyla kompleks yapma özelliğinden yararlanılarak dentin hassasiyeti tedavisinde dentin tübül ve yüzey örtücüsü olarak kullanılması gündeme getirilmiştir (208). Çalışmamızda kanla kontamine dentin örneklerine uygulanan gallik asit, dentin yüzeyinde artakalan kandaki hemosiderin gibi kan yıkım ürünlerinin yapısındaki demiri kendine bağlamış ve dentin yüzeyinden ve tübüllerinden uzaklaştırılmasına katkıda bulunmuş olabilir. Bu olasılığın ileriki dönemde yapılacak çalışmalarla incelenmesi gereklidir.

Gallik asit ile ön asitlemenin yapıldığı MTE yaklaşımının, KTE yaklaşımında olduğu gibi uygulama prosedürüne ek bir işlem basamağı eklemesi ve dolayısıyla SE yaklaşımına kıyasla daha zaman alıcı olması dezavantaj olarak görülebilir. Ancak klinik pratikte ön asitlemenin gerekli olabileceği dentin kontaminasyonu gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir. Çalışmamızın sınırları dahilinde incelenen tüm kontaminasyon durumlarında, dentine bağlanmayı SE-kontrol düzeyinde muhafaza edebilen tek yaklaşım MTE olmuş, SE yaklaşımı ise hiçbir kontaminasyon durumunda bağlanmayı SE-kontrol düzeyinde tutamamıştır.

Kontamine olmamış/normal dentine adezyon konusunda yapılan *in vitro* çalışmalar hafif asiditeli universal adeziv sistemlerin SE yaklaşımında kullanılmasını tavsiye etmekle birlikte (52, 80, 168, 194), dentine adezyonun farklı kontaminasyon koşullarında sorgulanmasının klinik pratiğine daha faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Bu çalışmada kontaminasyon uzaklaştırma amacıyla çalışmanın sınırları dahilinde uygulanan üç farklı yüzey işleminin rezin-dentin bağlanma dayanımını istatistiksel olarak benzer düzeyde etkileyeceği şeklinde oluşturulan yokluk hipotezi reddedilmiştir. Çalışmada MTE yaklaşımının SUA'in kontamine olan/olmayan dentine bağlanma dayanımını artırma etkinliği ortaya konulmuş olmakla birlikte; gallik asitin dentinde bağlanma dayanımını artırma mekanizmaları henüz net değildir ve çalışmanın sınırları dahilinde incelenmemiştir. Gallik asitin dentindeki etki mekanizmalarının açıklığa kavuşturulması açısından öncelikle gallik asitin dentin dokusunda oluşturduğu demineralizasyon etkisinin ileri yüzey görüntüleme teknikleriyle incelenmesi, diğer universal adeziv sistemlerle uyumunun ve uzun dönem bağlanma dayanımının nanosızıntı çalışmalarıyla değerlendirilmesi gereklidir. Ayrıca bu çalışmada gallik asit sadece dentin dokusuna uygulanmış, mine dokusundaki etkinliği incelenmemiştir. Yakın gelecekte bu alanlarda yapılacak çok sayıda araştırmayla etkinliği ve güvenilirliği kanıtlandıktan sonra, gallik asitin dental adezyon prosedüründe fosforik asite alternatif olarak kullanılması mümkün olabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızın sınırları dahilinde,

- Kontamine olmayan/normal dentinde en güçlü bağlanma SUA'nın MTE yaklaşımı ile uygulanması sonucunda elde edilmiş ($p<0,05$), KTE ve SE yaklaşımları ise istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Kontamine olmayan/normal dentinde universal adezivin KTE yerine SE yaklaşımıyla uygulanması, fosforik asitin uzun dönemde dentinde yaratacağı risklerden kaçınmak adına daha uygun bir yaklaşım olabilir.

- Kontaminasyonu uzaklaştırma amacıyla dentin yüzeyini sadece suyla yıkama, diğer bir deyişle universal adezivin SE yaklaşımıyla uygulanması, kan, ABS ve kan+ABS olmak üzere çalışmada etkisi incelenen hiçbir kontaminasyon durumunda bağlanma dayanımını SE-kontrol grubu düzeyinde muhafaza edecek derecede etkili olmamıştır. Kontaminasyonu uzaklaştırma amacıyla dentin yüzeyini sadece suyla yıkama (universal adezivin SE yaklaşımı) klinikte uygulanabilecek etkili bir kontaminasyon uzaklaştırma prosedürü olarak görülmemelidir.

- Kontaminasyonu uzaklaştırma amacıyla dentin yüzeyine %35'lik fosforik asit uygulanması, diğer bir deyişle universal adezivin KTE yaklaşımıyla uygulanması, kan kontaminasyonu durumunda bağlanma dayanımını KTE-kontrol grubu düzeyinde muhafaza edecek derecede etkili olmuş ancak ABS ve kan+ABS kontaminasyonu durumunda bağlanma dayanımını KTE-kontrol grubuna kıyasla azalmıştır.

- Kontaminasyonu uzaklaştırma amacıyla dentin yüzeyine %10'luk gallik asit uygulanması, diğer bir deyişle universal adezivin MTE yaklaşımıyla uygulanması, kan ve ABS kontaminasyonu durumunda bağlanma dayanımını MTE-kontrol grubu düzeyinde muhafaza edecek derecede etkili olmuş ancak kan+ABS kontaminasyonu durumunda bağlanma dayanımını MTE-kontrol grubuna kıyasla azalmıştır.

- Kan, ABS, kan+ABS olmak üzere tüm kontaminasyon durumlarında universal adezivin MTE yaklaşımıyla uygulanması KTE ve SE yaklaşımlarına kıyasla dentinde daha güçlü bir bağlanma dayanımı sağlamıştır ($p<0,05$).

- Kan, ABS, kan+ABS olmak üzere tüm kontaminasyon durumlarında ve kontamine olmayan/normal dentinde, universal adezivin MTE yaklaşımıyla uygulanması KTE yaklaşımına kıyasla dentinde daha güçlü bir bağlanma dayanımı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Chang S, Cho B, Lim R, Kyung S, Park D, Oh T, et al. Effects of blood contamination on microtensile bond strength to dentin of three self-etch adhesives. *Operative dentistry*. 2010;35(3):330-6.
2. Kuphasuk W, Harnirattisai C, Senawongse P, Tagami J. Bond strengths of two adhesive systems to dentin contaminated with a hemostatic agent. *Operative dentistry*. 2007;32(4):399-405.
3. Koppolu M, Gogala D, Mathew VB, Thangala V, Deepthi M, Sasidhar N. Effect of saliva and blood contamination on the bond strength of self-etching adhesive system-An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2012;15(3):270.
4. Hitmi L, Attal J-P, Degrange M. Influence of the time-point of salivary contamination on dentin shear bond strength of 3 dentin adhesive systems. *Journal of Adhesive Dentistry*. 1999;1(3).
5. Neelagiri K, Kundabala M, Shashi RA, Thomas MS, Parolia A. Effects of saliva contamination and decontamination procedures on shear bond strength of self-etch dentine bonding systems: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2010;13(2):71.
6. Suryakumari NB, Reddy PS, Surender L, Kiran R. In vitro evaluation of influence of salivary contamination on the dentin bond strength of one-bottle adhesive systems. *Contemporary clinical dentistry*. 2011;2(3):160.
7. Xie J, Powers J, McGuckin R. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dental Materials*. 1993;9(5):295-9.
8. de Oliveira Bernades K, Hilgert LA, Ribeiro APD, Garcia FCP, Pereira PNR. The influence of hemostatic agents on dentin and enamel surfaces and dental bonding: A systematic review. *The Journal of the American Dental Association*. 2014;145(11):1120-7.
9. Karaman E, Tuncer D, Toz T, Kusdemir M, Genc G. The influence of blood and/or hemostatic agent contamination on Micro-TBS to dentin. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2015;29(13):1295-300.
10. Cebe F, Çobanoğlu N. Pulpa perforasyonu ve kanama durdurucu bir ajanın kendinden pürüzlendirmeli bir adeziv sistemin dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisi. *Acta Odontologica Turcica*. 2014;31(1):23.
11. Arslan S, Ertas H, Zorba YO. Influence of Ankaferd Blood Stopper on shear bond strength of bonding systems. *Dental materials journal*. 2012;31(2):226-31.

12. Güngör AY, Alkis H, Turkkahraman H. Effects of contamination by either blood or a hemostatic agent on the shear bond strength of orthodontic buttons. *The Korean Journal of Orthodontics*. 2013;43(2):96-100.
13. Kilic K, Arslan S, Demetoglu GA, Zararsiz G, Kesim B. Do blood contamination and haemostatic agents affect microtensile bond strength of dual cured resin cement to dentin? *Journal of Applied Oral Science*. 2013;21(1):85-91.
14. Güller F, Şimşek M, Cebe F, Yıldız E, Yıldırım C. Bir adeziv sistemin kanama durdurucu ajanlarla kontamine edilen dentin yüzeyine bağlanma dayanımı. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2014;17(1):42-7.
15. Oksayan R, Sokucu O, Isman N, Kayali K, Cebe M. Effects of hemostatic agents on shear bond strength of orthodontic brackets. *Nigerian journal of clinical practice*. 2015;18(2):189-93.
16. Ulusoy A, Bayrak S, Tunc E, Tuzuner T. Effect of new haemostatic agent on microtensile bond strength of two adhesive systems to dentin. *Materials Research Innovations*. 2011;15(5):330-4.
17. Pucci CR, Araújo RMd, Lacerda AJFd, Souza MAd, Huhtala MFRL, Feitosa FA. Effects of contamination by hemostatic agents and use of cleaning agent on etch-and-rinse dentin bond strength. *Brazilian dental journal*. 2016;27(6):688-92.
18. Juneja R, Duhan J, Tewari S, Sangwan P, Bhatnagar N. Effect of Blood Contamination and Decontamination Protocols on Acetone-Based and Ethanol-Based Total Etch Adhesive Systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2014;26(6):403-16.
19. Chaiyabutr Y, Kois J. The effect of tooth-preparation cleansing protocol on the bond strength of self-adhesive resin cement to dentin contaminated with a hemostatic agent. *Operative dentistry*. 2011;36(1):18-26.
20. Ajami AA, Kahnamoii MA, Kimyai S, Oskoe SS, Pournaghi-Azar F, Bahari M, et al. Effect of three different contamination removal methods on bond strength of a self-etching adhesive to dentin contaminated with an aluminum chloride hemostatic agent. *The journal of contemporary dental practice*. 2013;14(1):26.
21. Antoniazzi BF, Nicoloso GF, Lenzi TL, Soares F, Rocha RdO. Selective acid etching improves the bond strength of universal adhesive to sound and demineralized enamel of primary teeth. *J Adhes Dent*. 2016;18(4):311-6.
22. Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry. *Compend Contin Educ Dent*. 2015;36(1):15-26.

23. Nagarkar S, Theis-Mahon N, Perdigão J. Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2019.
24. Duke E. Adhesion and its application with restorative materials. *Dental Clinics of North America*. 1993;37(3):329-40.
25. Dayangaç B. Kompozit rezin restorasyonlar: Güneş Kitabevi; 2000.
26. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Inoue S, Yoshida Y, Perdigão J, et al. Bonding to enamel and dentin. 2006.
27. Perdigao J, Swift E, Walter R. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*: Elsevier Health Sciences, London, United Kingdom; 2014. p. 114-40.
28. Summitt J, Robbins J, Hilton T, Schwartz R. Bonding to Enamel and Dentin. *Fundamentals of Operative Dentistry 3rd Ed*, Quint. Publishing Co. Inc. 2006;8:183-260.
29. Latta MA, Barkmeier WW. Dental adhesives in contemporary restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*. 1998;42(4):567-77.
30. Dikicier S. Diş Hekimliğinde Adezyon ve Adeziv Rezin Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2016.
31. Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ. Oral anatomy, embryology and histology: Mosby Incorporated; 2002.
32. Van BM, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Operative dentistry*. 1992;111-24.
33. Inokoshi S, Harada N, Nakaoki Y, Nikaido T, Urabe I, Sano H, et al. Quality of bonding agents: adhesion mechanism. Factors influencing the quality of composite restorations: Theory and practice, Carimate (Como), Italy: Ariesdue Srl Printers. 1996:17-34.
34. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental materials*. 2011;27(1):1-16.
35. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental research*. 1955;34(6):849-53.
36. Hadad R, Hobson RS, McCabe JF. Micro-tensile bond strength to surface and subsurface enamel. *dental materials*. 2006;22(9):870-4.
37. Embery G, Hall R, Waddington R, Septier D, Goldberg M. Proteoglycans in dentinogenesis. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 2001;12(4):331-49.

38. Takahashi M, Nakajima M, Tagami J, Scheffel D, Carvalho R, Mazzoni A, et al. The importance of size-exclusion characteristics of type I collagen in bonding to dentin matrices. *Acta biomaterialia*. 2013;9(12):9522-8.
39. Eick J, Gwinnett A, Pashley DH, Robinson S. Current concepts on adhesion to dentin. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 1997;8(3):306-35.
40. Marshall Jr GW. Dentin: Microstructure and characterization. *Quintessence international*. 1993;24(9).
41. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry University of Washington*. 2003;28(3):215-35.
42. Kinney J, Pople J, Driessen C, Breunig T, Marshall G, Marshall S. Intrafibrillar mineral may be absent in dentinogenesis imperfecta type II (DI-II). *Journal of dental research*. 2001;80(6):1555-9.
43. Balooch M, Habelitz S, Kinney J, Marshall S, Marshall G. Mechanical properties of mineralized collagen fibrils as influenced by demineralization. *Journal of structural biology*. 2008;162(3):404-10.
44. Li B, Zhu X, Ma L, Wang F, Liu X, Yang X, et al. Selective demineralisation of dentine extrafibrillar minerals—A potential method to eliminate water-wet bonding in the etch-and-rinse technique. *Journal of dentistry*. 2016;52:55-62.
45. Kinney J, Balooch M, Haupt Jr D, Marshall S, Marshall Jr G. Mineral distribution and dimensional changes in human dentin during demineralization. *Journal of dental research*. 1995;74(5):1179-84.
46. Toroian D, Lim JE, Price PA. The size exclusion characteristics of type I collagen implications for the role of noncollagenous bone constituents in mineralization. *Journal of Biological Chemistry*. 2007;282(31):22437-47.
47. Iozzo RV, Schaefer L. Proteoglycan form and function: a comprehensive nomenclature of proteoglycans. *Matrix Biology*. 2015;42:11-55.
48. Pashley DH, Tay F, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho R, et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *Journal of dental research*. 2004;83(3):216-21.
49. Nishitani Y, Yoshiyama M, Wadgaonkar B, Breschi L, Mannello F, Mazzoni A, et al. Activation of gelatinolytic/collagenolytic activity in dentin by self-etching adhesives. *European journal of oral sciences*. 2006;114(2):160-6.

50. Frassetto A, Breschi L, Turco G, Marchesi G, Di Lenarda R, Tay FR, et al. Mechanisms of degradation of the hybrid layer in adhesive dentistry and therapeutic agents to improve bond durability—A literature review. *Dental Materials*. 2016;32(2):e41-e53.
51. Tezvergil-Mutluay A, Mutluay M, Seseogullari-Dirihan R, Agee K, Key W, Scheffel D, et al. Effect of phosphoric acid on the degradation of human dentin matrix. *Journal of dental research*. 2013;92(1):87-91.
52. Zhang Z-y, Tian F-c, Niu L-n, Ochala K, Chen C, Fu B-p, et al. Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives? *Journal of dentistry*. 2016;45:43-52.
53. Mai S, Wei C-C, Gu L-s, Tian F-c, Arola DD, Chen J-h, et al. Extrafibrillar collagen demineralization-based chelate-and-rinse technique bridges the gap between wet and dry dentin bonding. *Acta biomaterialia*. 2017;57:435-48.
54. Stape THS, Wik P, Mutluay MM, Al-Ani AAS, Tezvergil-Mutluay A. Selective dentin etching: A potential method to improve bonding effectiveness of universal adhesives. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2018;86:14-22.
55. Cengiz E, Solak H. Farklı uygulama basamaklarında oluşan tükürük kontaminasyonunun 3 adeziv sistemin dentine bağlanma dayanımlarına etkisinin incelenmesi. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2014;17(3):267-78.
56. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dental materials*. 2005;21(9):864-81.
57. Schwartz RS, Summitt JB, Robbins JW, Dos Santos Jr J. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*: Quintessence Pub Co; 1996.
58. Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding to intact dentin. *Journal of Dental Research*. 1996;75(9):1706-15.
59. Chavesa P, Giannini M, Ambrosano GMB. Influence of smear layer pretreatments on bond strength to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2002;4(3).
60. Perdigao J. New concepts in dental adhesion. *Northwest dentistry*. 2000;79(4):29-33.
61. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *Journal of Dental Research*. 2000;79(2):709-14.
62. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, et al. Bonding effectiveness of a new ‘multi-mode’ adhesive to enamel and dentine. *Journal of dentistry*. 2012;40(6):475-84.

63. da Rosa WLdO, Piva E, da Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*. 2015;43(7):765-76.
64. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of dentistry*. 2013;41(5):404-11.
65. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Yoshioka M, Snauwaert J, Abe Y, et al. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *Journal of dental research*. 2001;80(6):1565-9.
66. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt K. State of the art of self-etch adhesives. *Dental materials*. 2011;27(1):17-28.
67. Yoshihara K, Yoshida Y, Nagaoka N, Hayakawa S, Okihara T, De Munck J, et al. Adhesive interfacial interaction affected by different carbon-chain monomers. *Dental Materials*. 2013;29(8):888-97.
68. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, et al. Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *Journal of dental research*. 2012;91(4):376-81.
69. Tjäderhane L. Dentin bonding: can we make it last? *Operative dentistry*. 2015;40(1):4-18.
70. Matos AB, Trevelin LT, SILVA BTFd, Francisconi-dos-Rios LF, Siriani LK, Cardoso MV. Bonding efficiency and durability: current possibilities. *Brazilian oral research*. 2017;31.
71. Kim J, Chae S, Lee Y, Han G, Cho B. Effects of multipurpose, universal adhesives on resin bonding to zirconia ceramic. *Operative dentistry*. 2015;40(1):55-62.
72. Van Meerbeek B, Frankenberger R. What's next after. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2017;19(6):459-60.
73. Perdigão J, Swift Jr EJ. Universal adhesives. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2015;27(6):331-4.
74. Kaczor K, Gerula-Szymańska A, Smektała T, Safranow K, Lewusz K, Nowicka A. Effects of different etching modes on the nanoleakage of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2018;30(4):287-98.
75. Loguercio AD, Muñoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigão J. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *Journal of dentistry*. 2015;43(9):1060-70.
76. Cardenas A, Siqueira F, Rocha J, Szesz A, Anwar M, El-Askary F, et al. Influence of conditioning time of universal adhesives on adhesive properties and enamel-etching pattern. *Operative dentistry*. 2016;41(5):481-90.

77. Muñoz M, Luque-Martinez I, Hass V, Gutierrez M, Reis A, Loguercio A. The sonic application of universal adhesives in self-etch mode improves their performance on enamel. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2019;88:43-9.
78. Fujiwara S, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Imai A, Watanabe H, et al. Effect of double-layer application on bond quality of adhesive systems. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2018;77:501-9.
79. Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez IV, Staichak R, Reis A, et al. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. *Operative dentistry*. 2014;39(5):489-99.
80. Sezinando A, Luque-Martinez I, Muñoz MA, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. *Dental Materials*. 2015;31(10):e236-e46.
81. Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio AD, et al. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *Journal of dentistry*. 2014;42(5):595-602.
82. Thanatvarakorn O, Prasansuttioporn T, Takahashi M, Thittaweerat S, Foxton RM, Ichinose S, et al. Effect of Scrubbing Technique with Mild Self-etching Adhesives on Dentin Bond Strengths and Nanoleakage Expression. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2016;18(3).
83. Moritake N, Takamizawa T, Ishii R, Tsujimoto A, Barkmeier W, Latta M, et al. Effect of active application on bond durability of universal adhesives. *Operative dentistry*. 2019;44(2):188-99.
84. Fu J, Saikaew P, Kawano S, Carvalho RM, Hannig M, Sano H, et al. Effect of air-blowing duration on the bond strength of current one-step adhesives to dentin. *Dental Materials*. 2017;33(8):895-903.
85. Luque-Martinez IV, Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dental Materials*. 2014;30(10):1126-35.
86. Sabatini C, Pashley DH. Aging of adhesive interfaces treated with benzalkonium chloride and benzalkonium methacrylate. *European journal of oral sciences*. 2015;123(2):102-7.
87. Tekçe N, Tuncer S, Demirci M, Balci S. Do matrix metalloproteinase inhibitors improve the bond durability of universal dental adhesives? *Scanning*. 2016;38(6):535-44.
88. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *Journal of Dentistry*. 1998;26(1):1-20.

89. Perdigão J. Dentin bonding—Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dental Materials*. 2010;26(2):e24-e37.
90. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dental Materials*. 1995;11(2):117-25.
91. Shin TP, Yao X, Huenergardt R, Walker MP, Wang Y. Morphological and chemical characterization of bonding hydrophobic adhesive to dentin using ethanol wet bonding technique. *Dental Materials*. 2009;25(8):1050-7.
92. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dental Materials*. 2008;24(11):1501-5.
93. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann K-H. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without ‘softstart-polymerization’. *Journal of Dentistry*. 1997;25(3-4):321-30.
94. Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. Quintessence International English Edition. 1995;26:95-.
95. Chung C, Yiu C, King N, Hiraishi N, Tay F. Effect of saliva contamination on bond strength of resin luting cements to dentin. *Journal of dentistry*. 2009;37(12):923-31.
96. Fritz UB, Finger WJ, Stean H. Salivary contamination during bonding procedures with a one-bottle adhesive system. *Quintessence international*. 1998;29(9).
97. Pashley DH, Nelson R, Kepler Et. The effects of plasma and salivary constituents on dentin permeability. *Journal of dental research*. 1982;61(8):978-81.
98. Land MF, Couri CC, Johnston WM. Smear layer instability caused by hemostatic agents. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1996;76(5):477-82.
99. Kimmes NS, Olson TL, Shaddy RS, Latta MA. Effect of ViscoStat and ViscoStat Plus on composite shear bond strength in the presence and absence of blood. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2006;8(6).
100. Mehta V, Bhatia V, Aggarwal A. A Review on Chemical Hemostatic Agents in Dentistry. *Guident*. 2016;9(7).
101. Harnirattisai C, Kuphasuk W, Senawongse P, Tagami J. Bond strengths of resin cements to astringent-contaminated dentin. *Operative dentistry*. 2009;34(4):415-22.
102. Kumar P, Shenoy A, Joshi S. The effect of various surface contaminants on the microleakage of two different generation bonding agents: A stereomicroscopic study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2012;15(3):265.
103. Tarighi P, Khoroushi M. A review on common chemical hemostatic agents in restorative dentistry. *Dental research journal*. 2014;11(4):423-8.

104. Kayaalp SO. Rasyonel tedavi yönünden tıbbi farmakoloji: Hacettepe Taş Kitapçılık Limited Şti.; 2005.
105. Cipil HS, Kosar A, Kaya A, Uz B, Haznedaroglu IC, Goker H, et al. In vivo hemostatic effect of the medicinal plant extract Ankaferd Blood Stopper in rats pretreated with warfarin. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*. 2009;15(3):270-6.
106. Bilgili H, Kosar A, Kurt M, Onal IK, Goker H, Captug O, et al. Hemostatic efficacy of Ankaferd Blood Stopper® in a swine bleeding model. *Medical Principles and Practice*. 2009;18(3):165-9.
107. Baykul T, Alanoglu E, Kocer G. Use of Ankaferd Blood Stopper as a hemostatic agent: a clinical experience. *J Contemp Dent Pract*. 2010;11(1):E088-94.
108. Reis A, Carrilho M, Breschi L, Loguercio A. Overview of clinical alternatives to minimize the degradation of the resin-dentin bonds. *Operative dentistry*. 2013;38(4):E103-E27.
109. Imai A, Takamizawa T, Sai K, Tsujimoto A, Nojiri K, Endo H, et al. Influence of application method on surface free-energy and bond strength of universal adhesive systems to enamel. *European journal of oral sciences*. 2017;125(5):385-95.
110. Dal-Bianco K, Pellizzaro A, Patzlaft R, de Oliveira Bauer JR, Loguercio AD, Reis A. Effects of moisture degree and rubbing action on the immediate resin–dentin bond strength. *dental materials*. 2006;22(12):1150-6.
111. Reis A, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Gomes O, Patzlaff R, Loguercio A. Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Operative Dentistry*. 2007;32(4):380-7.
112. Jacobsen T, Söderholm K. Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *American Journal of Dentistry*. 1998;11(5):225-8.
113. Camps J, Pashley DH. Buffering action of human dentin in vitro. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2000;2(1).
114. Ito S, Tay FR, Hashimoto M, Yoshiyama M, Saito T, Brackett WW, et al. Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Adhes Dent*. 2005;7(2):133-41.
115. Reis A, de Carvalho Cardoso P, Vieira LCC, Baratieri LN, Grande RHM, Loguercio AD. Effect of prolonged application times on the durability of resin–dentin bonds. *dental materials*. 2008;24(5):639-44.
116. de Carvalho Cardoso P, Loguercio AD, Vieira LCC, Baratieri LN, Reis A. Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2005;7(2).

117. King NM, Tay FR, Pashley DH, Hashimoto M, Ito S, Brackett WW, et al. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. *Am J Dent*. 2005;18(2):126-34.
118. Brackett WW, Ito S, Tay F, Haisch L, Pashley DH. Microtensile dentin bond strength of self-etching resins: Effect of a hydrophobic layer. *Operative Dentistry*. 2004;30(6):733-8.
119. Reis A, Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, de Oliveira Bauer JR, Grande RHM, et al. Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? *journal of dentistry*. 2008;36(5):309-15.
120. Hinoura K, Miyazaki M, Onose H. Effect of irradiation time to light-cured resin composite on dentin bond strength. *American journal of dentistry*. 1991;4(6):273-6.
121. Reis A, Ferreira SQ, Costa TR, Klein-Júnior CA, Meier MM, Loguercio AD. Effects of increased exposure times of simplified etch-and-rinse adhesives on the degradation of resin–dentin bonds and quality of the polymer network. *European journal of oral sciences*. 2010;118(5):502-9.
122. Al-Ammar A, Drummond JL, Bedran-Russo AK. The use of collagen cross-linking agents to enhance dentin bond strength. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2009;91(1):419-24.
123. Castellan CS, Pereira PN, Grande RHM, Bedran-Russo AK. Mechanical characterization of proanthocyanidin–dentin matrix interaction. *Dental Materials*. 2010;26(10):968-73.
124. Castellan CS, Pereira PN, Viana G, Chen S-N, Pauli GF, Bedran-Russo AK. Solubility study of phytochemical cross-linking agents on dentin stiffness. *Journal of dentistry*. 2010;38(5):431-6.
125. Bedran-Russo A, Yoo K, Ema K, Pashley DH. Mechanical properties of tannic-acid-treated dentin matrix. *Journal of dental research*. 2009;88(9):807-11.
126. Bedran-Russo AKB, Pereira PN, Duarte WR, Drummond JL, Yamauchi M. Application of crosslinkers to dentin collagen enhances the ultimate tensile strength. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2007;80(1):268-72.
127. de Pascual-Teresa S, Santos-Buelga C, Rivas-Gonzalo JC. Quantitative analysis of flavan-3-ols in Spanish foodstuffs and beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000;48(11):5331-7.
128. Han B, Jaurequi J, Tang BW, Nimni ME. Proanthocyanidin: a natural crosslinking reagent for stabilizing collagen matrices. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 2003;65(1):118-24.

129. Bedran-Russo AKB, Vidal CM, Dos Santos PH, Castellan CS. Long-term effect of carbodiimide on dentin matrix and resin-dentin bonds. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2010;94(1):250-5.
130. Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J, et al. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *Journal of Dental Research*. 2011;90(8):953-68.
131. Tezvergil-Mutluay A, Mutluay M, Agee K, Seseogullari-Dirihan R, Hoshika T, Cadenaro M, et al. Carbodiimide cross-linking inactivates soluble and matrix-bound MMPs, in vitro. *Journal of Dental Research*. 2012;91(2):192-6.
132. Erens D. Farklı adeziv sistemlerin ve kompozit rezinlerin birbirleri arasında değiştirilerek kullanılmasının mikro-makaslama bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı yönünden incelenmesi. *Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim dalı*. 2006.
133. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: a critical review of “macro” test methods. *Dental Materials*. 2010;26(2):e38-e49.
134. Van Noort R, Cardew G, Howard I, Noroozi S. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. *Journal of Dental Research*. 1991;70(5):889-93.
135. Poitevin A, De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Peumans M, Lambrechtse P, et al. Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2008;10(1).
136. Soares C, Soares P, Santos-Filho P, Armstrong S. Microtensile specimen attachment and shape—finite element analysis. *Journal of dental research*. 2008;87(1):89-93.
137. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dental materials*. 2002;18(5):380-8.
138. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas W. Why do shear bond tests pull out dentin? *Journal of Dental Research*. 1997;76(6):1298-307.
139. Soares CJ, Branco CA, Soares PBF, Fonseca RB, Carlo HL, Neto AJF. Effect of blood contamination during adhesive restorative procedures on dentin-resin cement shear bond strength. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2016:1320-5.
140. Putri AM, Suprastiwi E, Usman M. Effects of Cleansing Methods on Shear Bond Strength of Nanohybrid Composite Resin to Enamel after Saliva and Blood Contamination during Bonding. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2018;11(3):888-92.

141. Prabhakar A, Bedi S. Effect of glutaraldehyde and ferric sulfate on shear bond strength of adhesives to primary dentin. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2008;26(7):109.
142. Dey S, Shenoy A, Kundapur SS, Das M, Gunwal M, Bhattacharya R. Evaluation of the effect of different contaminants on the shear bond strength of a two-step self-etch adhesive system, one-step, self-etch adhesive system and a total-etch adhesive system. *Journal of International Oral Health*. 2016;8(3):378.
143. Salz U, Bock T. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue-a review. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2010;12(5).
144. Ünlü N, Çetin A, Cebe M, Karabekiroğlu S. Comparison of micro tensile bond strength of different adhesive systems to dentin contaminated with haemostatic agents. *Hacettepe Dişhek Fak Derg*. 2010;34:3-4.
145. Saad A, Inoue G, Nikaido T, Abdou AM, Sayed M, Burrow MF, et al. Effect of dentin contamination with two hemostatic agents on bond strength of resin-modified glass ionomer cement with different conditioning. *Dental materials journal*. 2019:2018-059.
146. Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *Journal of oral science*. 2011;53(3):273-82.
147. DeWald JP. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: a review of infection control considerations. *Dental Materials*. 1997;13(2):74-81.
148. Harris A, Joseph V, Rossouw P. Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1992;102(3):215-9.
149. Humel MMC, Oliveira MT, Cavalli V, Giannini M. Effect of storage and disinfection methods of extracted bovine teeth on bond strength to dentin. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2007.
150. Jarahi N, Borouziyat A, Jarahi L, Nejat AH. Effect of Different Storage Solutions and Autoclaving on Shear Bond Strength of Composite to Dentin. *Journal of Research in Medical and Dental Science*. 2018;6(6):50-3.
151. Nikaido T, Kunzelmann K-H, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, et al. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dental materials*. 2002;18(3):269-75.
152. Rocha R, Soares FZ, Rodrigues CR, Rodrigues F, Eloy L. Influence of aging treatments on microtensile bond strength of adhesive systems to primary dentin. *Journal of Dentistry for Children*. 2007;74(2):109-12.

153. Koyuturk AE, Kusgoz A, Ulker M, Yesilyurt C. Effects of mechanical and thermal aging on microleakage of different fissure sealants. *Dental materials journal*. 2008;27(6):795-801.
154. Naumann M, Metzdorf G, Fokkinga W, Watzke R, Sterzenbach G, Bayne S, et al. Influence of test parameters on in vitro fracture resistance of post-endodontic restorations: a structured review. *Journal of oral rehabilitation*. 2009;36(4):299-312.
155. Suma NK, Shashibhushan KK, Reddy VS. Effect of dentin disinfection with 2% chlorhexidine gluconate and 0.3% iodine on dentin bond strength: an in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2017;10(3):223.
156. Leinfelder KF. Dentin adhesives for the twenty-first century. *Dental Clinics of North America*. 2001;45(1):1-6.
157. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2014;29:295-308.
158. Tekçe N, Demirci M, Tuncer S, Dentin Bağlayıcı Sistemlerin Bağlanma Dayanıklılığını Değerlendirme Yöntemleri. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2013;47(1):73-91.
159. Amaral FL, Colucci V, Palma-Dibb RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2007;19(6):340-53.
160. Gale M, Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of dentistry*. 1999;27(2):89-99.
161. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *Journal of dental research*. 2004;83(6):454-8.
162. Sezinando A, Perdigão J, Ceballos L. Long-term In Vitro Adhesion of Polyalkenoate-based Adhesives to Dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2017;19(4).
163. Sezinando A, Linares Serrano M, Morales Pérez V, García Muñoz RA, Ceballos L, Perdigão J. Chemical Adhesion of Polyalkenoate-based Adhesives to Hydroxyapatite. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2016;18(3).
164. Makishi P, Thitthaweerat S, Sadr A, Shimada Y, Martins AL, Tagami J, et al. Assessment of current adhesives in class I cavity: nondestructive imaging using optical

coherence tomography and microtensile bond strength. *Dental Materials*. 2015;31(9):e190-e200.

165. Makishi P, André C, Ayres A, Martins A, Giannini M. Effect of storage time on bond strength and nanoleakage expression of universal adhesives bonded to dentin and etched enamel. *Operative dentistry*. 2016;41(3):305-17.

166. Muñoz M, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V, Reis A, Campanha N, et al. In vitro longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. *Operative Dentistry*. 2015;40(3):282-92.

167. Lenzi TL, Prócida Raggio D, Soares M, Zovico F, de Oliveira Rocha R. Bonding Performance of a Multimode Adhesive to Artificially-induced Caries-affected Primary Dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2015;17(2).

168. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Cadenaro M, et al. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *Journal of dentistry*. 2014;42(5):603-12.

169. Chen C, Niu L-N, Xie H, Zhang Z-Y, Zhou L-Q, Jiao K, et al. Bonding of universal adhesives to dentine—Old wine in new bottles? *Journal of dentistry*. 2015;43(5):525-36.

170. Nikaido T, Nurrohman H, Takagaki T, Sadr A, Ichinose S, Tagami J. Nanoleakage in hybrid layer and acid–base resistant zone at the adhesive/dentin interface. *Microscopy and Microanalysis*. 2015;21(5):1271-7.

171. Fernando de Goes M, Sanae Shinohara M, Santiago Freitas M. Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2014;16(3).

172. Goracci C, Rengo C, Eusepi L, Juloski J, Vichi A, Ferrari M. Influence of selective enamel etching on the bonding effectiveness of a new “all-in-one” adhesive. *Am J Dent*. 2013;26(2):99-104.

173. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *Journal of dentistry*. 2014;42(7):800-7.

174. Perdigão J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *American journal of dentistry*. 2012;25(3):153-8.

175. Mazzoni A, Scaffa P, Carrilho M, Tjäderhane L, Di Lenarda R, Polimeni A, et al. Effects of etch-and-rinse and self-etch adhesives on dentin MMP-2 and MMP-9. *Journal of dental research*. 2013;92(1):82-6.

176. Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Scheidel DD, Watanabe H, Erickson RL, et al. Influence of water storage on fatigue strength of self-etch adhesives. *Journal of dentistry*. 2015;43(12):1416-27.
177. Tjäderhane L, Nascimento FD, Breschi L, Mazzoni A, Tersariol IL, Geraldeli S, et al. Optimizing dentin bond durability: control of collagen degradation by matrix metalloproteinases and cysteine cathepsins. *Dental Materials*. 2013;29(1):116-35.
178. Mazzoni A, Carrilho M, Papa V, Tjäderhane L, Gobbi P, Nucci C, et al. MMP-2 assay within the hybrid layer created by a two-step etch-and-rinse adhesive: biochemical and immunohistochemical analysis. *Journal of dentistry*. 2011;39(7):470-7.
179. Sulkala M, Tervahartiala T, Sorsa T, Larmas M, Salo T, Tjäderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) is the major collagenase in human dentin. *Archives of oral biology*. 2007;52(2):121-7.
180. Mazzoni A, Mannello F, Tay F, Tonti G, Papa S, Mazzotti G, et al. Zymographic analysis and characterization of MMP-2 and-9 forms in human sound dentin. *Journal of dental research*. 2007;86(5):436-40.
181. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, Dorigo EDS. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *dental materials*. 2008;24(1):90-101.
182. Sato T, Takagaki T, Baba Y, Vicheva M, Matsui N, Hiraishi N, et al. Effects of Different Tooth Conditioners on the Bonding of Universal Self-etching Adhesive to Dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2019;21(1).
183. Fiuza S, Gomes C, Teixeira L, Da Cruz MG, Cordeiro M, Milhazes N, et al. Phenolic acid derivatives with potential anticancer properties—a structure–activity relationship study. Part 1: Methyl, propyl and octyl esters of caffeic and gallic acids. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2004;12(13):3581-9.
184. Liu Y, Pukala TL, Musgrave IF, Williams DM, Dehle FC, Carver JA. Gallic acid is the major component of grape seed extract that inhibits amyloid fibril formation. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*. 2013;23(23):6336-40.
185. Zuo Y, Chen H, Deng Y. Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, Oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector. *Talanta*. 2002;57(2):307-16.
186. Kim S-H, Jun C-D, Suk K, Choi B-J, Lim H, Park S, et al. Gallic acid inhibits histamine release and pro-inflammatory cytokine production in mast cells. *Toxicological Sciences*. 2005;91(1):123-31.

187. Chia Y-C, Rajbanshi R, Calhoun C, Chiu RH. Anti-neoplastic effects of gallic acid, a major component of *Toona sinensis* leaf extract, on oral squamous carcinoma cells. *Molecules*. 2010;15(11):8377-89.
188. Christopher SR, Mathai V, Nair RS, Angelo JMC. The effect of three different antioxidants on the dentinal tubular penetration of Resilon and Real Seal SE on sodium hypochlorite-treated root canal dentin: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2016;19(2):161.
189. Choubey S, Varughese LR, Kumar V, Beniwal V. Medicinal importance of gallic acid and its ester derivatives: a patent review. *Pharmaceutical patent analyst*. 2015;4(4):305-15.
190. Web_1. 2019. Phosphoric acid
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Phosphoric-acid> (erişim tarihi:19.10.2019).
191. Cardoso M, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian dental journal*. 2011;56:31-44.
192. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dental materials journal*. 2005;24(1):1-13.
193. Leal FB, Madruga FC, Prochnow EP, Lima GS, Ogliari FA, Piva E, et al. Effect of acidic monomer concentration on the dentin bond stability of self-etch adhesives. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2011;31(6):571-4.
194. Sai K, Shimamura Y, Takamizawa T, Tsujimoto A, Imai A, Endo H, et al. Influence of degradation conditions on dentin bonding durability of three universal adhesives. *Journal of dentistry*. 2016;54:56-61.
195. Dietrich T, Kraemer M, Losche G, Wernecke K, Roulet J. Influence of dentin conditioning and contamination on the marginal integrity of sandwich Class II restorations. *Operative Dentistry*. 2000;25(5):401-10.
196. Miles DA, Anderson RW, Pashley DH. Evaluation of the bond strengths of dentin bonding agents used to seal resected root apices. *Journal of endodontics*. 1994;20(11):538-41.
197. Kaneshima T, Yatani H, Kasai T, Watanabe E, Yamashita A. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement. *Operative dentistry*. 2000;25(3):195-201.
198. Dietrich T, Kraemer ML, Roulet J-F. Blood contamination and dentin bonding—effect of anticoagulant in laboratory studies. *Dental Materials*. 2002;18(2):159-62.

199. de Carvalho Mendonça EC, Vieira SN, Kawaguchi FA, Powers J, Matos AB. Influence of blood contamination on bond strength of a self-etching system. *European journal of dentistry*. 2010;4(3):280.
200. Arslan S, Ertas H, Zorba YO. Influence of Ankaferd Blood Stopper on shear bond strength of bonding systems. *Dent Mater J*. 2012;31(2):226-31.
201. Cebe F, Çobanoğlu N. Pulpa perforasyonu ve kanama durdurucu bir ajanın kendinden pürüzlendirmeli bir adeziv sistemin dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisi. *Acta Odontologica Turcica*. 2014;31(1).
202. Arslan S, Ertaş H, Zorba YO. Effect of a plant-based hemostatic agent on microleakage of self-etching adhesives. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*. 2013;18(1):e124.
203. Sunna S, Rock W. Clinical performance of orthodontic brackets and adhesive systems: a randomized clinical trial. *British journal of orthodontics*. 1998;25(4):283-7.
204. Arici N, Şener İ, Bereket Mc, Arici S. Ortodontik Ataçmanların Yapıştırılmasında Bir Doku Yapıştırıcısının Kullanılması: Bir Laboratuar Çalışma. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2011(3):213-8.
205. Yoo H, Pereira P. Effect of blood contamination with 1-step self-etching adhesives on microtensile bond strength to dentin. *Operative dentistry*. 2006;31(6):660-5.
206. Groddeck S, Attin T, Tauböck TT. Effect of Cavity Contamination by Blood and Hemostatic Agents on Marginal Adaptation of Composite Restorations. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2017;19(3).
207. Kontoghiorghes C, Kolnagou A, Kontoghiorghes G. Phytochelators intended for clinical use in iron overload, other diseases of iron imbalance and free radical pathology. *Molecules*. 2015;20(11):20841-72.
208. Prajatelista E, Ju SW, Sanandiya ND, Jun SH, Ahn JS, Hwang DS. Tunicate-Inspired Gallic Acid/Metal Ion Complex for Instant and Efficient Treatment of Dentin Hypersensitivity. *Advanced healthcare materials*. 2016;5(8):919-27.

EKLER

Ek 1: Tez çalışmasının DHF-17008 proje numarası ile Adnan Menderes Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri (BAP) komisyonu tarafından desteklendiğini gösteren belge.

 T.C. ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ DOKTORA/UZMANLIK TEZ PROJESİ 2 PROJE BİLGİ FİŞİ				
Proje Bilgi Fişi				
Proje No ve Türü	DHF-17008/Tez Projesi		Proje Durumu	Proje kabul edildi, başladı veya sürüyor
Kurumu	DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ		Süresi(Ay)	12
Proje Tutarı	14.149,32 TL		Başlama Tarihi	17-11-2017
Proje Yürütücüsü	Dr.Öğr.Üyesi Nasibe Aycan YILMAZ		Bitiş Tarihi	17-11-2019
Yrd.Araştırmacılar	Arş.Gör. Tuğçe BALOĞLU (%51)		Proje Konusu	
			NORMAL VEYA KONTAMİNE DENTİNE UYGULANAN ÇEŞİTLİ YÜZEY İŞLEMLERİNİN REZİN-DENTİN MAKASLAMA BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	
Hakemler ve Görüşleri			Tamamlanma Tarihi	17-11-2019
Proje Oluşturma Tarihi	06-11-2017 14:28:53			
Verilen Ek Süre(Ay)	12		Verilen Ek Ödenek	1.065,00 TL
Ara Rapor Tarihleri	Harcama Kalemi	Toplam Ödenek	Toplam Harcama	Kalan Ödenek
1. Rapor	03.7 Makine Teçhizat	702,00	0,00	702,00
17-11-2017 17-11-2018	06.1 Makine Teçhizat	0,00	0,00	0,00
Teslim Edilmedi	03.2 Sarf Malzeme	13.447,32	8.501,40	4.945,92
2. Rapor	03.5 Hizmet	0,00	0,00	0,00
18-11-2018 17-05-2019	03.3 Yolculuk Yevmiye	0,00	0,00	0,00
Teslim Edilmedi	Diger			
Kesin Sonuç Rapor	Toplam	14.149,32 TL	8.501,40 TL	5.647,92 TL
18-05-2019 18-11-2019				
Teslim Edilmedi				

ÖZGEÇMİŞ

Soyadı, Adı: Baloğlu Göncü, Tuğçe
Uyruk: T.C.
Doğum yeri: Polatlı/ANKARA
E-mail: baloglutugce@gmail.com
Yabancı Dil: İngilizce

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2014

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Ünvan
2015-2016	Üsküdar Ahmet Yüksel Özemre Ağız Diş Sağlığı Merkezi	Diş Hekimi
2016-2019	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	Araş. Gör.

BİLİMSEL TOPLANTILARDA TAKDİM EDİLEN VE BİLDİRİ KİTABINDA BASILAN POSTER VE SUNUMLAR:

1. Özkan G, Toptaş A, Baloğlu T. Oklüzal Çürüklerin Tespitinde Lazer Floresans Cihazı Ve Dijital Radyografinin İn Vivo Olarak Karşılaştırılması. Türk Diş Hekimleri Birliği 22. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi 19-21 Mayıs 2016 (Sözlü)
2. Baloğlu T., Yılmaz N. A, Anterior Diastema Vakasında Direkt Kompozit Restorasyon ile Estetik Rehabilitasyon: Olgu Sunumu. Türk Diş Hekimleri Birliği 23. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, 21-24 Eylül 2017 (Poster)

KATILDIĞI BİLİMSEL KONGRELER:

1. **Türk Diş Hekimliği Birliği 22. Uluslararası Kongresi.** 19-21 Mayıs, Türkiye, 2016, İzmir.
2. **Türk Diş Hekimleri Birliği 23. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi.** 21-24 Eylül, Türkiye, 2017, İstanbul.