

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI YÜZEY HAZIRLAMA TEKNİKLERİNİN
MİNENİN YÜZEY ÖZELLİKLERİ VE BAĞLANMA DAYANIMI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

BÜŞRA BOSTANCI

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. YAĞMUR ŞENER

KONYA 2017

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI YÜZEY HAZIRLAMA TEKNİKLERİNİN
MİNENİN YÜZEY ÖZELLİKLERİ VE BAĞLANMA DAYANIMI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

BÜŞRA BOSTANCI

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. YAĞMUR ŞENER

KONYA 2017

TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Pedodonti Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi **BÜŞRA BOSTANCI**' nın “**Farklı Yüzey Hazırlama Tekniklerinin Minenin Yüzey Özellikleri Ve Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkileri**” başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Konya / 25.09.2017

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Yağmur ŞENER

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Emre KORKUT

Necmettin Erbakan

Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Pedodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Makbule Bilge AKBULUT

Necmettin Erbakan

Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Endodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Murat Selim BOTSALI

Selçuk Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Pedodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Firdevs KAHVECİOĞLU

Selçuk Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Pedodonti Anabilim Dalı

Yukarıdaki tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 29/09/2017 tarih ve .19./..02. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Kısmet Esra NURULLAHOĞLU ATALIK

Enstitü Müdürü

İmzası

APPROVAL

We certify that we have read this dissertation entitled “**The Effects of Different Surface Preparation Techniques on Enamel Surface Properties and Bond Strength**” by “**BÜŞRA BOSTANCI**” that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as dissertation for the degree of *Master of Science* in the Department of “**Pediatric Dentistry**”, Institute of Health Sciences, University of Necmettin Erbakan.

Konya, Turkey / 25.09.2017

Principal Advisor

Prof. Dr. Yağmur ŞENER

Necmettin Erbakan University Faculty of Dentistry
Department of Pediatric Dentistry

Examination Committee Member

Yrd. Doç. Dr. Emre KORKUT

Necmettin Erbakan

University Faculty of Dentistry

Department of Pediatric Dentistry

Examination Committee Member

Yrd. Doç. Dr. Makbule Bilge AKBULUT

Necmettin Erbakan

University Faculty of Dentistry

Department of Endodontic Dentistry

Examination Committee Member

Yrd. Doç. Dr. Murat Selim BOTSALI

Selçuk University

University Faculty of Dentistry

Department of Pediatric Dentistry

Examination Committee Member

Yrd. Doç. Dr. Firdavs KAHVECİOĞLU

Selçuk University

University Faculty of Dentistry

Department of Pediatric Dentistry

This thesis has approved for the University of Necmettin Erbakan Institute of Health Sciences.

Prof. Dr. Kısmet Esra NURULLAHOĞLU ATALIK

Director of Institute of Health Sciences

Date and Signature



BEYANAT

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

25.09.2017

Büşra BOSTANCI

İmza



TEŞEKKÜR

Pedodonti doktora eğitimim ve tez çalışmalarım süresince bana her konuda yardımcı olan, yol gösteren ve sabırla desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Yağmur ŞENER'e,

Doktora eğitimime başladığım ilk günden beri tüm bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak bugünlere gelmemde büyük emeği olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her konuda yol gösteren ve örnek aldığım çok değerli hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Emre KORKUT'a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Onur GEZGİN'e,

Doktora eğitimim süresince büyük desteklerini gördüğüm, bilgi ve deneyimlerini paylaşmaktan kaçınmayan, hem insani hem de akademik konuda her talebimi büyük sabırla dinleyen ve yol gösteren değerli hocam Sayın Doç. Dr. Sevgi ŞENER'e,

Tez izleme komitemin değerli üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Makbule Bilge AKBULUT'a,

Tezimin laboratuvar kısmında büyük titizlik ve sabırla desteklerini esirgemeyen Konya Imicryl A.Ş. Ar-Ge Birimi Laboratuvarı ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin değerli çalışanlarına,

İstatistiksel analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Hamit COŞKUN'a,

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda görev yapmakta olan doktora öğrencisi ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Tüm hayatım boyunca en büyük desteği gördüğüm ve her konuda beni cesaretlendiren, bana inanıp her zaman yanımda olan sevgili annem Sayın Fatma BOSTANCI'ya, sevgili babam Sayın Mehmet Nuri BOSTANCI'ya ve kardeşlerime teşekkür eder, sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

<i>İç Kapak</i>	<i>i</i>
<i>Tez Onay Sayfası</i>	<i>ii</i>
<i>Approval</i>	<i>iii</i>
<i>Beyanat</i>	<i>iv</i>
<i>Turnitin Orijinallik Raporu</i>	<i>v</i>
<i>Teşekkür</i>	<i>vi</i>
<i>İçindekiler</i>	<i>vii</i>
<i>Kısaltmalar ve Simgeler Listesi</i>	<i>ix</i>
<i>Şekiller Listesi</i>	<i>x</i>
<i>Tablolar Listesi</i>	<i>xii</i>
<i>Grafikler Listesi</i>	<i>xiii</i>
<i>Özet</i>	<i>xiv</i>
<i>Abstract</i>	<i>xv</i>
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. <i>Minenin Yapısı</i>	5
2.2. <i>Kompozit Rezınler</i>	7
2.3. <i>Adeziv Sistemler</i>	11
2.3.1. <i>Total-etch Addeziv Sistemler</i>	13
2.3.2. <i>Self-etch Addeziv Sistemler</i>	14
2.3.3. <i>Cam İyonomer Addeziv Sistemler</i>	15
2.4. <i>Mine Yüzeyinin Hazırlanması</i>	16
2.4.1. <i>Asit ile Pürüzlendirme Tekniği</i>	16
2.4.2. <i>Air-polishing Sistemi ile Pürüzlendirme Tekniği</i>	17
2.4.3. <i>Lazer Sistemi ile Pürüzlendirme Tekniği</i>	18
2.5. <i>Mine Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi</i>	20
2.5.1. <i>Yüzey Pürüzlülüğü</i>	20
2.5.2. <i>Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)</i>	21
2.5.3. <i>Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi (SEM-EDS)</i>	22
2.6. <i>Bağlanma Dayanımının İncelenmesi</i>	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1. <i>Etik Kurul Onayı</i>	27

3.2. Gereç.....	28
3.2.1. Kullanılan Gereçler.....	28
3.2.2. Kullanılan Cihazlar.....	29
3.3. Yöntem.....	32
3.3.1. <i>İn vitro</i> İncelemelerde Kullanılacak Dişlerin Hazırlanması.....	32
3.3.1.1. Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi için Dişlerin Hazırlanması.....	33
3.3.1.2. Bağlanma Dayanımı İncelemesi için Dişlerin Hazırlanması.....	34
3.3.2. Grupların Belirlenmesi.....	34
3.3.3. Mine Yüzeylerinin Hazırlanması.....	35
3.3.3.1. Asit ile Pürüzlendirme.....	35
3.3.3.2. Lazer ile Pürüzlendirme.....	35
3.3.3.3. Air-polishing ile Pürüzlendirme.....	37
3.3.4. Hazırlanan Örneklere Restoratif Materyalin Uygulanması.....	37
3.3.5. Kullanılan Testler.....	39
3.3.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü Analizi.....	39
3.3.5.2. Atomik Kuvvet Mikroskobu Analizi.....	39
3.3.5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi Analizi.....	40
3.3.5.4. Bağlanma Dayanımı Testi.....	42
3.3.5.4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi.....	42
3.3.5.4.2. Mikro Gerilim Bağlanma Dayanımı Testi.....	43
3.3.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	43
4. BULGULAR.....	45
4.1. Yüzey Profilometre Analizine Ait Bulgular.....	45
4.2. AFM Analizine Ait Bulgular.....	46
4.3. SEM-EDS Analizine Ait Bulgular.....	51
4.4. Bağlanma Dayanımı Testine Ait Bulgular.....	60
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	63
6. KAYNAKLAR.....	87
7. ÖZGEÇMİŞ.....	100
8. EKLER.....	101
EK A: Etik Kurul Onayı.....	101

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

A°	: Ångström
AFM	: Atomik kuvvet mikroskobu
Ag	: Gümüş
Bis-EMA	: Bisfenol A etoksilatlı dimetakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol A glisidilmetakrilat
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klor
CO ₂	: Karbondioksit
CO ₃	: Karbonat
Cu	: Bakır
dk	: Dakika
EDMA	: Etilen dimetakrilat
Er,Cr:YSGG	: Erbium, chromium: yatrium-scandium-gallium-garnet
Er:YAG	: Erbium-doped yttrium aluminium garnet
F	: Flor
FDA	: Gıda ve İlaç İdaresi
Fe	: Demir
HEMA	: Hidroksi etil metakrilat
Hz	: Hertz
K	: Potasyum
kV	: Kilovolt
mA	: Miliamper
Mg	: Magnezyum
µm	: Mikrometre
mJ	: Milijoule
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MMA	: Metil metakrilat
Mn	: Mangan
mPa	: Megapaskal
MSP	: Medium short pulse
Na	: Sodyum
Nd:YAG	: Neodymium-doped yttrium aluminium garnet
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
ppm	: Milyonda bir birim
QSP	: Quantum square pulse
R _a	: Ortalama yüzey pürüzlülüğü
RMS	: Karekök ortalama
R _q	: Geometrik ortalama değeri
SD	: Standart sapma
SEM-EDS	: Taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi
sn	: Saniye
Sr	: Stronsiyum
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	: Üretan dimetakrilat
UTMA	: Üretan trimetakrilat
W	: Watt
Zn	: Çinko

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.2.1. Hassas kesit alma cihazı.....	30
Şekil 3.2.2. Polisaj makinesi.....	31
Şekil 3.2.3. Stereomikroskop.....	31
Şekil 3.2.4. LED ışık cihazı.....	31
Şekil 3.3.1. Hazırlanan örnekler.....	33
Şekil 3.3.2. Er:YAG lazer cihazı.....	36
Şekil 3.3.3. Air-Polishing cihazı.....	37
Şekil 3.3.4. Kullanılan restoratif materyaller.....	38
Şekil 3.3.5. Yüzey profilometresi.....	39
Şekil 3.3.6. Atomik kuvvet mikroskobu.....	40
Şekil 3.3.7. Altın-paladyum kaplama cihazı.....	41
Şekil 3.3.8. Taramalı elektron mikroskobu - Enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi.....	41
Şekil 3.3.9. Üniversal test cihazı.....	42
Şekil 3.3.10. Mikro gerilim test cihazı.....	43
Şekil 4.2.1. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: Asit grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).....	48
Şekil 4.2.2. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: MSP grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).....	49
Şekil 4.2.3. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: QSP grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).....	49
Şekil 4.2.4. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: Air-Flow grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).....	49
Şekil 4.2.5. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: MSP+Asit grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).....	50
Şekil 4.2.6. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: QSP+Asit grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).....	50
Şekil 4.2.7. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: Air-Flow+Asit grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).....	51
Şekil 4.3.1. Asit grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).....	52
Şekil 4.3.2. MSP grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).....	52

Şekil 4.3.3. QSP grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).....	53
Şekil 4.3.4. Air-Flow grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).....	53
Şekil 4.3.5. MSP+Asit grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).....	54
Şekil 4.3.6. QSP+Asit grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).....	54
Şekil 4.3.7. Air-Flow+Asit grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).....	55



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.1. Mİnenin inorganik yapısını oluşturan elementler.....	7
Tablo 3.2.1. Çalışmada kullanılan materyaller.....	28
Tablo 3.2.2. Çalışmada kullanılan cihazlar.....	29
Tablo 3.3.1. Gruplar ve uygulanan yzey hazırlama işlemleri.....	35
Tablo 3.3.2. Er:YAG lazere ait parametreler.....	36
Tablo 3.3.3. Air-polishing sistemine ait parametreler.....	37
Tablo 4.1.1. Yzey pürüzlülük analizine ait veriler.....	45
Tablo 4.2.1. AFM analizine ait veriler.....	47
Tablo 4.3.1. SEM-EDS analizine ait mine örneklerinin mineral dağılımlarının ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.....	59
Tablo 4.4.1. Makaslama bağlanma dayanım değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri.....	60
Tablo 4.4.2. Makaslama bağlanma dayanımı testi uygulanan örneklerin kırılma tiplerinin dağılımı.....	61
Tablo 4.4.3. Mikro gerilim bağlanma dayanım değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri.....	61
Tablo 4.4.4. Mikro gerilim bağlanma dayanımı testi uygulanan örneklerin kırılma tiplerinin dağılımı.....	62

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 4.1.1. Tüm gruplara ait 'kontrol' ve 'test' alt grupları arasındaki yüzey pürüzlülük değerleri artışı.....	46
Grafik 4.2.1. Tüm gruplara ait 'kontrol' ve 'test' alt grupları arasındaki yüzey pürüzlülük değerleri artışı.....	47
Grafik 4.3.1. Asit grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.....	56
Grafik 4.3.2. MSP grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.....	56
Grafik 4.3.3. QSP grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.....	57
Grafik 4.3.4. Air-Flow grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.....	57
Grafik 4.3.5. MSP+Asit grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.....	58
Grafik 4.3.6. QSP+Asit grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.....	58
Grafik 4.3.7. Air-Flow+Asit grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı	59
Grafik 4.3.8. Tüm gruplara ait mine örneklerinin Ca/P oranları.....	59
Grafik 4.4.1. Tüm gruplara ait makaslama bağlanma dayanım değerleri dağılımı....	60

ÖZET

T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI YÜZEY HAZIRLAMA TEKNİKLERİNİN MİNENİN YÜZEY ÖZELLİKLERİ VE BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİLERİ

Büşra BOSTANCI

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ / KONYA-2017

Günümüzde en sık kullanılan restoratif materyaller kompozit rezinlerdir. Kompozit rezinlerin diş sert dokuları ile bağlantısının geliştirilmesi amacıyla birçok farklı yöntem uygulanmaktadır. Bu çalışmanın amacı farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine yüzeylerinde meydana getirdiği morfolojik ve kimyasal değişiklikler ile bağlanma dayanımı üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Mine yüzeylerinin hazırlanmasında konvansiyonel teknik olan asit uygulamasının yanı sıra Er:YAG lazerin iki farklı ayarı (MSP ve QSP) ve air-polishing sistemleri kullanıldı. Yapılan *in vitro* testlerde 7 farklı grup (Asit, MSP, QSP, Air-Flow, MSP+Asit, QSP+Asit, Air-Flow+Asit) oluşturularak örnekler incelendi.

Çalışmada örneklerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi amacıyla yüzey profilometresi ve AFM kullanıldı. Uygulanan yüzey işlemleri sonrasında minede oluşan kimyasal değişiklikler SEM-EDS kullanılarak incelendi. İşlemlerin mine yüzeylerinin bağlanma dayanımları üzerine olan etkileri ise mikro gerilim ve makaslama bağlanma dayanımı testleri yapılarak değerlendirildi.

Yüzey pürüzlülük değerlendirmeleri sonucunda yüzey profilometresi ve AFM değerlerinin birbiri ile uyumlu olduğu gözlemlendi. Uygulanan yüzey işlemlerinin tüm gruplarda yüzey pürüzlülüğünde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olduğu tespit edildi. Tüm gruplar karşılaştırıldığında en yüksek pürüzlülük değerinin QSP grubunda olduğu görüldü.

Yüzeydeki mineral içeriklerinin incelendiği SEM-EDS analizi sonucunda yüzey Ca/P oranları değerlendirildi ve Asit grubu dışındaki tüm gruplarda Ca/P oranının arttığı görüldü. MSP ve QSP gruplarında Ca/P oranındaki artışın diğer gruplara oranla istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görüldü.

Tüm gruplar için yapılan mikro gerilim ve makaslama bağlanma dayanımı testleri sonucu elde edilen değerlerinin birbirlerini destekler nitelikte olduğu görüldü. En yüksek değerler QSP+Asit grubunda gözlenirken en düşük değerler Air-Flow grubunda gözlemlendi.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda Er:YAG lazerin QSP ayarının asitle birlikte kullanımının klinik olarak restorasyonların uzun dönem başarısını olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: AFM; Mine; Yüzey Hazırlama; SEM-EDS.

ABSTRACT

T.C. NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY

HEALTH SCIENCE INSTITUTE

THE EFFECTS OF DIFFERENT SURFACE PREPARATION TECHNIQUES ON ENAMEL SURFACE PROPERTIES AND BOND STRENGTH

Büşra BOSTANCI

DEPARTMENT OF PEDIATRIC DENTISTRY

MASTER OF SCIENCE THESIS / KONYA-2017

Currently, the most commonly used restorative materials are composite resins. Several different methods are applied in order to improve the bonding between dental hard tissues and composite resins. The purpose of this study was to investigate the morphological and chemical changes and bond strength on enamel surfaces subjected to different surface preparation techniques.

Two different settings (MSP and QSP) of Er:YAG laser and air-polishing systems were used to prepare the enamel surfaces besides the conventional acid application. The samples were evaluated in *in vitro* tests with 7 different groups (Acid, MSP, QSP, Air-Flow, MSP+Acid, QSP+Acid, Air-Flow+Acid).

Surface profilometer and AFM were used to evaluate the surface roughness of the specimens in the study. After the surface treatment, the chemical changes that occurred on enamel were analyzed using SEM-EDS. The effects of preparation technique on the bond strength to the enamel surface were evaluated by using micro tensile and shear bond strength tests.

The values obtained the surface roughness evaluation of surface profilometer and AFM were compatible with each other. It was found that the surface treatments caused a statistically significant increase in surface roughness in all groups. The highest roughness value was found in QSP group when all groups were compared.

Ca/P ratios of the surfaces were evaluated as a result of SEM-EDS analysis that investigated the surface mineral contents and it was observed that Ca/P ratio increased in all groups except Acid group. It was determined that the increase of Ca/P ratio in MSP and QSP groups was statistically higher than the other groups.

It was seen that the results obtained for all groups of micro tensile and shear bond strength tests were consistent with each other. The highest values were observed in QSP+Acid group, while the lowest values were observed in Air-Flow group.

In conclusion, it is considered the use of Er:YAG laser QSP settings with acid can effect the long-term success of restorations clinically.

Keywords: AFM; Enamel; Surface Preparation; SEM-EDS.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Diş çürükleri, çocukluk döneminde en sık görülen kronik hastalıklardandır (Lam 2008; Petersen ve Lennon 2004). Çocuklarda diş çürükleri; psikolojik ve estetik sorunlar, anormal dil hareketleri, konuşma ve çiğneme eksikliklerine sebep olabileceği için çürük oluşumunun önlenmesi çok önemlidir (Usha ve ark. 2007). Günümüzde, diş çürüklerinin erken dönem teşhisi, konservatif tedavi yaklaşımları ve koruyucu diş hekimliği uygulamaları büyük önem kazanmıştır.

Koruyucu diş hekimliğinin son yıllarda önem kazanması özellikle gelişmiş ülkelerde diş çürüğü yaygınlığının azalmasını sağlamıştır. Koruyucu diş hekimliği kapsamında sıklıkla kullanılan flor preparatları ve remineralizasyon ajanlarının çürük insidansında belirgin bir azalma sağladığı fakat bu etkilerini çoğunlukla düz yüzeylerde gösterebildikleri görülmüştür (Marthaler 2004; Fejerskov 2004; Dukic ve ark. 2007; Beauchamp ve ark. 2008; Hicks ve Flaitz 2009).

Daimi molar dişlerin oklüzal yüzeylerinde bulunan pit ve fissür olarak adlandırılan alanlarda mikroorganizmalar ve artıkları daha fazla birikerek çürük oluşumu riskini artırır. Nitekim dişlerin oklüzal yüzeylerinde bulunan pit ve fissürler çürük gelişimine en yatkın alanlar olup çürükten en fazla etkilenen diş yüzeyleridir (Hicks ve Flaitz 1993; Çehreli ve ark. 2006; Beauchamp ve ark. 2008).

Daimi birinci molar dişler daimi dentisyonda süren ilk diş grubudur. Bu dişlerin çürüğe en yatkın olduğu dönem uzun süren sürme aşamasıdır. Bu süre içerisinde mine henüz maturasyonunu tamamlamamıştır. Ayrıca çocuğun sürmekte olan tüm diş yüzeylerini etkin bir şekilde fırçalayabilmesi oldukça güçtür. Hem erken sürmeleri hem de morfolojileri nedeniyle çürük oluşumuna maruz kalmaktadırlar (Khan 1994; Subramaniam ve ark. 2008).

Oklüzal pit ve fissürler morfolojik açıdan farklılık gösterirler ancak genellikle bakteri ve gıdaların mekanik olarak tutunabilmesine imkân verecek şekilde düzensiz ve dardır. Bu durum, oklüzal yüzeylerin demineralizasyonuna sebep olarak çürük gelişebilir (Carvalho ve ark. 1991; Fejerskov ve ark. 2008). Günümüzde, oklüzal çürüklerin tedavisinde sağlıklı diş yapısının mümkün olduğunca korunmasını amaçlayan minimal invaziv yaklaşımlar ile minimal restoratif müdahale kullanılmaktadır (Juric 2013). Adeziv diş hekimliğinin geliştirilmesi ve çürük

oluşum sürecinin kavranması konusundaki ilerlemeler başarılı restorasyonlara olanak tanımıştır (Tyas ve ark. 2000).

Geçmişten günümüze kadar birçok farklı restoratif materyal kullanılmıştır. Günümüzde minimal invaziv yaklaşımlar içerisinde klinik kullanımda en çok tercih edilenler kompozit rezinlerdir (Ricketts ve Pitts 2009). Kompozit rezin restorasyonların klinik başarısını etkileyen en önemli faktör diş sert dokuları ile restoratif materyal arasındaki bağlantının kalitesi ve bununla ilişkili olarak uzun dönem tutuculuğudur (Milia ve ark. 2012). Mine yüzeyi ile restoratif materyal arasında iyi bir bağlantı ve tutuculuk, mine yüzeyinin hazırlanmasında kullanılan yöntem ile doğrudan ilişkilidir (Atoui ve ark. 2010; Matei ve ark. 2014). Kompozit rezin materyal uygulaması öncesi total-etch adeziv sistemler ile birlikte mine yüzeyinin hazırlanmasında geleneksel olarak fosforik asit ile pürüzlendirme işlemi uygulanmaktadır. Ancak bu yöntemin zaman alıcı ve çocuklar tarafından kabul edilemeyebilen bir tadının olması, teknik hassasiyet gerektirmesi alternatif ve minenin yüzey enerjisini daha fazla artıracak yöntemlerin aranmasına yol açmıştır (Garcia-Godoy ve ark. 2009). Bu yöntemlerden air-polishing sistemi, mine yüzeyine uygulandığında yüzeydeki organik artıkları uzaklaştırarak mekanik bir abrazyon etkisi oluşturur ve bu etkiden yararlanmak amacıyla restoratif materyalin uygulanması öncesinde mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Berry 1995; Burnett ve ark. 2004).

Lazer uygulamaları diş hekimliğinde de kendine yer bulmuş, birçok rutin uygulamada geleneksel yöntemlere alternatif olmuştur. Lazerin günümüz diş hekimliğinde olduğu kadar pedodonti kliniklerinde de kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda diş hekimliğinde kullanımı giderek artan lazer uygulamalarının mine yüzeyi pürüzlendirme yöntemi olarak kullanımı gündeme gelmiştir (Karandish 2014).

Bu bilgiler doğrultusunda, farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanan mine yüzeylerinin morfolojik ve kimyasal yapıları ve akışkan kompozit rezin ile bağlanma dayanımının *in vitro* olarak araştırılmasına yönelik bu çalışma planlanmıştır. Bu çalışmanın amacı mine yüzeylerinin hazırlanmasında geleneksel olarak kullanılan asit, güncel yöntemler arasında yer alan air-polishing ve lazer sistemleri ile bu sistemlerin asit ile birlikte kullanımını karşılaştırmaktır. Çalışmada Er:YAG lazerin

QSP ayarının kullanımının mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde ve bağlanma dayanımında istatistiksel olarak anlamlı olduğu başlangıç hipotezi olarak kabul edilmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

Klinik işlemler sırasında tedavilerin başarısı hakkında en iyi kararı verebilmek için günümüzde kanıta dayalı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu nedenle yapılan restorasyonun etkinliği ile verilerin değerlendirilmesi ve sürekli güncellenmesi önemlidir. Klinisyenin verdiği karar güncel literatür bilgi, mesleki yargı ve hastanın istekleri ile bağdaşmalıdır. Restorasyon uygulaması ile ilgili kararlar diş çürüğü epidemiyolojisi ve uygulamanın etkinliği hakkındaki bilgilere göre verilmelidir (Busby ve ark. 2014).

Çürük; bakteri plağı (biyofilm) ve diş dokuları arasındaki etkileşim sonucu oluşan bir süreçtir (Pitts ve Stamm 2004). Biyofilmde bulunan mikroorganizmalar metabolik olarak aktiftir. Bu durum plak pH'sında dalgalanmalara sebep olur. Bu değişimler; pH azalınca dişte mineral kaybına, pH yükselince mineral çökmesine sebep olabilir. Çürük lezyonu, demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dengenin demineralizasyon lehine olduğunda net bir mineral kaybı sonucu oluşur (Manji ve ark. 1991; Kidd ve Fejerskov 2004). Çürük lezyonu önlenebilen ve erken aşamada durdurulabilen enfeksiyöz bir hastalıktır. Bu konudaki yaklaşımların birincil hedefi çürük oluşumunu engellemektir; ikincil olarak ise minimal invaziv yaklaşımlar ile çürüğün uzaklaştırılıp restore edilmesidir (Kidd ve Fejerskov 2004; Kidd 2004; Schwendicke ve ark. 2015).

2004 yılı verilerine göre; 6-19 yaşları arasındaki çocuk ve ergenlerin kalıcı dişlerindeki çürük oranı %42 olarak bildirilmiştir. Çürük yaygınlığı yaşla birlikte artmakta olup 6-11 yaş aralığında bu oran %21 iken 16-19 yaş aralığında ise %67 olarak belirtilmiştir. Çürük lezyonların yaklaşık %90'ı kalıcı molar dişlerin pit ve fissürlerinde bulunur. Bu veriler aynı zamanda 2-8 yaşlarındaki çocukların %40'ının çürük deneyiminin olduğunu bildirmektedir (www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm, 2 Ekim 2007).

Günümüzde hâlen en yaygın sağlık problemlerinden biri olan diş çürüğünün daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle sağlıklı mine dokusuna ait özelliklerin bilinmesi gerekmektedir.

2.1. Minenin Yapısı

Diş minesi, insan vücudunda bulunan en sert ve sağlam dokudur. Çiğneme kuvvetlerine ve tüm dış etkenlere karşı içyapıdaki dentin ve pulpa dokularını korur. Ayrıca renk ve şekil özellikleri ile estetik görünüme katkı sağlar. Mine dokusu, kişinin yaşam süresi boyunca karmaşık kuvvetlere maruz kalır. Mine mineralizasyonu, kemik gibi diğer sert dokuların mekanik özellikleri ile pozitif bir korelasyon oluşturan oldukça önemli bir özelliktir (Leichter ve ark. 1982; Kodaka ve ark. 1992; Kinney ve ark. 1996). Bu nedenle mine dokusunun korunması diş hekimliğinin en temel hedeflerindedir (Roth ve ark. 1990).

Mine yaklaşık olarak, ağırlıkça % 96'sı inorganik, %1'i organik (protein ve lipit) ve % 3'ü sudan, hacimce % 85'i inorganik, % 3'ü organik ve % 12'si sudan oluşan bir dokudur (Featherstone 1999; Sturdevant 2006). Minenin inorganik kısmının %90'ını kalsiyum ve fosfatın özel bir formu olan hidroksiapatit kristalleri oluşturur. Mine oluşumu esnasında oluşan temel kristal, karbonatlı hidroksiapatittir. Bu kristal yapının asitlerde çözünürlüğü yüksektir. Diş gelişimi esnasında oluşan bu minerallerin çökmeye başladığı andan itibaren, kristal kafes içerisinde atomlar ve iyonlar arası yer değiştirmeler meydana gelerek hidroksiapatit kristalleri oluşur. Hidroksiapatit kristallerinin yapısı temel olarak merkezde yer alan hidroksil iyonunun çevresine kalsiyum ve fosfat iyonlarının dizilmesinden meydana gelir (Featherstone 2000; Nelson ve ark. 2002). Minenin inorganik bileşenleri arasında ayrıca kalsiyum, fosfor, sodyum ve magnezyum da bulunur. Daha düşük oranlarda bulunan diğer inorganik bileşenler ise; demir, çinko, stronsiyum, flor, rubidyum, brom, vanadyum, bakır, mangan, altın, gümüş, krom, kobalt gibi elementlerdir (Weatherell ve ark.1974).

Mine dokusunun organik ve inorganik içeriği arasındaki oranın değişmesi Ca/P oranını etkileyebilir. Bu oranın değişmesi ise mine dokusunun çözünürlüğünü ve adeziv özelliklerini etkileyebilir (Rohanizadeh ve ark. 1999). Literatüre bakıldığında yapılan çalışmalarda minenin mineral içeriği ile çürüğe duyarlılık arasında bir ilişki bulunabileceği bildirilmiştir (Shellis 1984; Targino ve ark. 2011).

Minenin inorganik yapısı, dişin gelişim döneminde ve sürme sonrası yer aldığı ortamların içeriğini yansıtır (Sarkar ve Roychowdhury 1997). Mine dokusunda

bulunan inorganik elementlerin bir kısmı minenin çürük oluşumuna karşı direncini artırırken bir kısmı ise minenin çürük oluşumuna karşı duyarlı hale gelmesine sebep olur (Besic ve ark. 1975). Minenin inorganik içeriği aynı bireye ait farklı dişlerde hatta aynı dişe ait farklı tabakalarda farklılık gösterebilmektedir. Mine dokusunun inorganik bileşenlerin ağırlıkça yüzdeleri Tablo 2.1.1.'de belirtilmiştir (Eugene 1976).

Mine; mine-dentin sınırından minenin dış yüzeyine doğru uzanan prizmalardan oluşmaktadır. Mine prizmalarının histolojik yapıları ve prizmalardaki kristallerin doğrultuları mine çürüğünün bu alanda gelişimini ve ilerlemesini etkilemektedir. Mine prizmalarından enine kesit alındığında, prizmaların bir baş ve bir kuyruk ile belirtilen anahtar şeklinde olduğu gözlenmektedir. Prizma içindeki kristallerin; baş kısmında uzun eksene paralel, kuyruk kısmında ise açılarak yayılan doğrultuda olduğu ve bu yayılımın ortamdaki mikro boşluk oranını artırdığı düşünülmektedir. Böylece küçük iyon hacimli maddelerin prizma merkezlerinden, daha büyük hacimli maddelerin ise prizma çeperlerinden geçerek mine dokusunun çözünmesine neden oldukları bildirilmiştir (Ten Cate 1989).

Mine dokusunun kalınlığı dişin çeşidine ve diş üzerindeki lokalizasyonuna bağlı olarak farklılıklar gösterir. Keser dişlerin insizalinde ve küçük azı dişlerin oklüzalinde yaklaşık 2 mm kalınlığında olan mine dokusu oklüzal pit ve fissürlerde çok daha incedir (Featherstone 1999; Pinkham 2005). Bu nedenle karyojenik ataklar sırasında hidroksiapatit kristallerinin iç kısmında başlayan çözünme periferde doğru ilerleyerek mine dokusunun daha ince olduğu oklüzal yüzeylerde çürük oluşumuna sebep olur (Robinson ve ark. 2000).

Tablo 2.1.1. Minenin inorganik yapısını oluşturan elementler.

Element	Analiz
	Ağırlık %
Ca	33,6-39,4
P	16,1-18,0
CO ₃	1,95-3,66
Na	0,25-0,90
Mg	0,25-0,56
Cl	0,19-0,30
K	0,05-0,30
F	<0,001
Fe	<0,001
Zn	<0,001
Sr	<0,001
Cu	<0,001
Mn	<0,001
Ag	<0,001

2.2. Kompozit Rezinler

Kompozit terimi, materyallerin fiziksel karışımını ifade eden genel bir tanımdır. 1955 yılında ilk kez Buonocore'un başarılı bir biçimde uyguladığı mineyi pürüzlendirme tekniğinin ardından, 1963 yılında Bowen mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan kompozit rezinleri ilk defa tanıtmış ve böylece estetik adeziv diş hekimliği başlamıştır. 1970'lerde ise ışıkla polimerize olabilen rezinlerin üretimi ile estetik restoratif materyallerin gelişiminde önemli ilerlemeler elde edilmiştir (Buonocore 1955; Bowen 1963; Bowen ve Marjenhoff 1992).

Günümüzde, gelişen teknoloji ile birlikte diş hekimliğinde kullanılan materyallerin istenilen optimal özelliklere sahip olabilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Kompozit rezinler, kabul edilebilir estetik özelliklerinin yanı sıra minimal invaziv yaklaşım ile diş dokularını mümkün olduğunca korumaya olanak tanınması, diş dokularına iyi bağlanabilmeleri ve kabul edilebilir dayanıklılıkları nedeniyle en sık kullanılan estetik restoratif materyallerdendir (Altun 2005; Vaderhobli 2011).

Kompozit rezinler, her biri tek başına sahip olamayacakları özellikleri bir araya getirilerek yapıya kazandırılması amacıyla organik polimer faz, inorganik faz

ve ara faz olmak üzere üç ayrı bileşenden oluşur. Kompozit rezinler özetle, dağılan bir fazı oluşturan doldurucu partiküllerden ve devamlı fazdan (matriks faz) oluşmaktadırlar (Jackson ve Morgan 2000; Robberson ve ark. 2011).

Kompozit rezinlerin organik polimer fazı, genellikle organik monomerler, polimerizasyonu başlatıcılar, polimerizasyon inhibitörleri, ultraviyole stabilizatörler ve üreticiye göre değişen küçük miktarda ilave bileşenlerden oluşmaktadır (Yap ve ark. 2004). Kompozit rezinlerin monomer yapısı polimerizasyon öncesi akışkanlıktan sorumludur (Asmussen ve Peutzfeldt 1998). Organik matriks içindeki monomer yapı genellikle bisfenol A ile glisidil metakrilatın birleşmesi sonucu meydana gelen bisglisidil metakrilattan (Bis-GMA) oluşmaktadır. Bis-GMA, polimerizasyon büzülmesinin azaltılması ve polimerizasyon sürecinde çapraz bağlantının kurulmasında rol oynar. Üretan metakrilat (UDMA) Bis-GMA ile aynı işlevi görmektedir. Bununla birlikte UDMA kısmen daha düşük viskoziteye ve polimerizasyon büzülmesine sahiptir. Bis-GMA gibi UDMA da viskozitelerinin yeterince düşük olmaması nedeniyle son yıllarda monomer yapıya başta trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) olmak üzere metil metakrilat (MMA), hidroksi etil metakrilat (HEMA), etilen glikol dimetakrilat (EDMA), bisfenol A etoksi dimetakrilat (Bis-EMA), üretan tetra metakrilat (UTMA) gibi bazı monomerler katılmıştır. TEGDMA, Bis-GMA ve UDMA monomerlerinin viskozitesini azaltmak amacıyla rezin yapısına ilave edilir ancak polimerizasyon büzülmesini artırdığı belirlenmiştir. TEGDMA monomerine benzer özellik gösteren HEMA, hem hidrofilik hem de hidrofobik özellikte olması nedeniyle rezin materyalin dış dokularına bağlantısını artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Oberholzer ve ark. 2005).

Kompozit rezinlerin inorganik fazı, dış sert dokularına benzemesi amacıyla matriks içine dağılmış çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz, cam partikülleri, lityum alüminyum silikat, bor silikat gibi inorganik dolduruculardan meydana gelmiştir. Kompozit rezinlerin radyoopak olmasını sağlamak için inorganik doldurucuların yapısına baryum, stronsiyum, çinko ve zirkonyum ilave edilmiştir (Dayangaç 2000; Wilson ve ark. 2005).

Kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla organik faz ile inorganik faz arasında güçlü bir bağlantı olmalıdır. Bu bağlantıyı

sağlayan ise ara fazdır. Ara faz, genellikle silan adı verilen organik silisyum bileşikleridir. Silanların en iyi bağlantıyı silika partikülleri ile yapması nedeniyle kompozit rezinlerde inorganik doldurucu olarak genelde silika kullanılmaktadır (Powers ve Sakaguchi 2006).

Kompozit rezin materyaller, geçmişten günümüze kadar inorganik doldurucu partikül büyüklüğü, bu partiküllerin dağılımı, polimerizasyon yöntemleri ve viskozitelerine göre birçok farklı şekilde sınıflandırılmıştır (Lutz ve Phillips 1983; Dayangaç 2000). Günümüzde en sık kullanılan sınıflandırma şekilleri inorganik doldurucu partikül büyüklüğüne ve viskozitelerine göre yapılmaktadır (Puckett ve ark. 2007).

Kompozit rezinler inorganik doldurucu partikül büyüklüklerine göre; megafil, makrofil, midifil, mikrofil, nanofil ve hibrit olarak sınıflandırılırlar. İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 50-100 μm olanlar 'megafil kompozitler', partikül büyüklüğü 10-100 μm olan kompozitler 'makrofil kompozitler', partikül büyüklüğü 1-10 μm olan kompozit rezinler ise 'midifil kompozitler' olarak adlandırılır. Geçmişte geliştirilen kompozitler ilk olarak makrofil boyutunda üretilmişlerdir. Bu nedenle makrofil ve midifil kompozitler, geleneksel kompozitler olarak adlandırılmaktadır (Robberson ve ark. 2011).

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,1-1 μm olanlar 'minifil kompozitler', partikül büyüklüğü 0,01-0,1 μm olanlar 'mikrofil kompozitler', partikül büyüklüğü 0,01 μm olanlar ise 'nanofil kompozitler' olarak adlandırılır. Farklı büyüklükteki doldurucu partiküllerin karışımını içeren kompozit rezinlere ise, 'hibrit kompozitler' adı verilir. Günümüzde makrofil ve mikrofil kompozitlerin özelliklerinden yararlanmak amacı ile hibrit kompozitler geliştirilmiştir. Hibrit kompozitler, farklı büyüklükteki doldurucu partiküllerin karışımını içeren kompozit rezinlerdir (Willems ve ark. 1993; Robberson ve ark. 2011).

Kompozit rezinlerin inorganik doldurucu boyutları materyalin akışkanlığını kontrol eden temel faktördür. Diş hekimliğindeki teknolojik ilerlemeler farklı şekillerde uygulanabilme özelliğine sahip kompozit rezinlerin geliştirilmesine olanak tanımıştır. Özellikle çocuk diş hekimliğinde uygulanma kolaylığı ve çalışma süresinin kısalmasını sağlarken fiziksel ve mekanik özellikleri korunan kompozit rezinler geliştirilmiştir (Robberson ve ark. 2011).

Kompozit rezinler viskozitelerine göre; kondanse edilebilen ve akışkan kompozitler olmak üzere iki grupta incelenir (Altun 2005). Kondanse edilebilen kompozitler, hibrit ve konvansiyonel kompozitlere oranla daha yüksek oranda ve farklı dağılıma sahip doldurucu içerirler. Bu nedenle uygulanmaları klinik olarak kolaydır. Ancak hibrit kompozitlere oranla daha büyük doldurucu partiküller içermesinden dolayı, bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra pürüzlü yüzey oluşma riski fazladır (Jackson ve Morgan 2000).

Akışkan kompozit rezinler, hibrit rezinler ile küçük partikül boyutuna sahip inorganik doldurucu içeren kompozit rezinlerin bileşimi sonucu elde edilmiştir ve son 20 yıldır klinik olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Bayne ve ark. 1998; Dayangaç 2000). Akışkan kompozit rezinlerin, klinik kullanımları özel uygulama teknikleri nedeni ile her geçen gün hızla artmaktadır. Kompozit rezinin akışkanlığı, içerdiği inorganik doldurucu oranının azaltılması ile sağlanmıştır (Bonilla ve ark. 2003).

Kompozit rezin materyallerin içeriğindeki doldurucu partikülün boyutu materyalin karakteristiğini etkilemektedir (Manhart ve ark. 2000; Manhart ve ark. 2001). Akışkan kompozit rezinlerin düşük viskoziteye sahip olması ve kıvamı, kavite şekline kolay adaptasyonu, uygulanma rahatlığı özellikle çocuk diş hekimliğinde başarıyla kullanımına olanak sağlamıştır (Jackson ve Morgan 2000).

Akışkan kompozit rezinler, kondanse edilebilir kompozitler ile karşılaştırıldığında doldurucu partikül içeriklerinin %50-%70 oranından %37-%53 oranına kadar düşen restoratif materyallerdir ve bu durum materyalin viskozitesini etkilemektedir. Üretici firmaların materyali küçük çaplı bir şırınga ile kullanıma sunması özellikle çocuk hastalarda uygulama kolaylığı sunmaktadır (Murchison ve ark. 1999). Özellikle oklüzal yüzeylerdeki pit ve fissür çürüklerinin restorasyonunda kavite şeklinin ideal olmamasından dolayı kaviteye iyi penetrasyonu ve polimerizasyon büzülmesini önlemesi nedeniyle çocuk diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilmektedir (Altun 2005).

Akışkan kompozit rezinler, diğer kompozit rezinlere kıyasla daha az inorganik doldurucu partikül ve daha fazla rezin matriks içermektedirler. Doldurucu partikül içeriğinin azalması viskozitenin de azalmasına sebep olur. Bu sayede akışkan yapı elde edilerek küçük çaplı şırınga sistemi ile uygulanarak kavite

duvarlarına iyi bir adaptasyon sağlanmasına olanak tanır (Altun 2005; Baroudi ve Rodriques 2015).

Akışkan kompozit rezinlerin doldurucu partikül içeriğinin düşük olması mekanik özelliklerinin zayıflamasına sebep olmaktadır. Son yıllarda inorganik doldurucu partikül içeriği artırılmış ayrıca nano doldurucu partikül ilave edilen akışkan kompozit rezinler geliştirilmiştir (Ikeda ve ark. 2009). Yeni geliştirilen akışkan kompozit rezinler artan fiziksel özellikleri ile arka ve ön grup dişlerde tek başlarına restoratif materyal olarak kullanılabilir.

Akışkan kompozit rezinler, homojen olmayan bir materyal grubudur. Bileşimleri oldukça büyük bir çeşitlilik sergiler ve buna bağlı olarak mekanik ve fiziksel özellikleri de çeşitlilik gösterir. Diş hekimleri bu değişkenliği göz önünde bulundurarak klinik duruma göre en uygun materyal seçimini yapmalıdır (Baroudi ve Rodriques 2015).

2.3. Adeziv Sistemler

Adezyon kelimesi bir ara yüz ile birbirlerine yakın temas halinde olan materyallerin yüzeyleri arasında oluşan bağlanmayı belirtir. Diş yüzeylerine veya materyallere uygulandığı zaman onların bağlanmalarını sağlayan materyal adeziv; adezivin uygulandığı materyal ise aderent olarak adlandırılır (Jensen 2001; Perdigao ve Swift 2006). Adeziv ve aderent materyaller arasında oluşan bağlantının güçlü olması için iki yüzeyin birbirine yakın olması gerekir. Ayrıca adeziv materyalin yüzey enerjisi aderent materyalin yüzey enerjisinden daha düşük olmalıdır (Allen 1992; Perdigao ve Swift 2009).

Adeziv sistem, genellikle iki yüzeyi ilgilendiren bir kavram olarak tanımlanmasına karşın diş yüzeyine bağlanma daha karmaşıktır. Diş hekimliğinde adezivin uygulandığı materyal olan aderent, diş dokuları ve restoratif materyaller olarak değişiklik gösterebilmektedir (Dayangaç 2000; Perdigao 2007).

Diş hekimliğinde adeziv sistemlerin kullanılmasına yönelik ilk adım 1955 yılında Buonocore'un akrilik rezin materyalin %85 ortofosforik asit ile hazırlanan mine yüzeyine bağlanabilmesini göstermesi olmuştur. Asit uygulaması sonucu mine yüzeyinde meydana gelen mikro çukurcuklar içine uzanan rezin arasında mikro mekanik bağlantı gerçekleşmiş olur. Diş dokusuna bağlanma, diş dokusunun

inorganik içeriğinin rezin ile yer değiştirmesi temeline dayanır. Mine dokusundan kalsiyum ve fosfat çözünmesi ile mikro boşluklar oluşur ve bu boşluklara rezin materyal infiltre olur (Buonocore 1955; Van Meerbeek ve ark. 2006).

Adezyon, inorganik diş yapısına rezin monomerlerin mikro mekanik bağlantıyla kilitlenip polimerize olmasıyla gerçekleşir (Van Meerbeek ve ark 2003). Mikro mekanik bağlantının elde edilebilmesi için rezin yapının diş sert dokularına difüze olması gerekmektedir. Bu olaya hibridizasyon denmektedir (Nakabayashi ve ark 1982). Hibridizasyon rezin materyalin, pürüzlendirilmiş diş yüzeyinde açığa çıkmış kollajenlerin üzerine penetre olmasıyla oluşur (Van Landuyt ve ark 2007). Smear tabakanın bir asit veya asidik primer ile kaldırılarak dentinin yüzeysel deminerilizasyonu sonucunda açığa çıkan kollagen fibrillerin, uygulanan primer ile ıslatılması ve daha sonra adeziv reçinenin primerle birlikte kollagen ağı içerisinde polimerize olması sonucunda hibrit tabaka diye adlandırılan mikro mekanik bir bağlanma tabakası ortaya çıkar (Barkmeier ve ark. 1986).

Adezyonun kalitesi; diş dokusunun özelliklerine, kavite hazırlama işlemi sırasında oluşan smear tabakasına, yüzeyin pürüzlülüğü, enerjisi gibi fiziksel özelliklerine, adeziv sistemin fiziksel ve kimyasal özellikleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir (Summit ve ark. 2006). Başarılı ve etkili bir bağlanma olabilmesi; adeziv sistemin uygulandığı diş dokularının ıslanabilirliğinin iyi olmasına bağlıdır. Bu durumda yüksek yüzey enerjisine sahip hidroksiapatit kristallerinden oluşan mine dokusunun ıslanabilirliği fazladır ve mine dokusuna adezyon daha başarılıdır (Dayangaç 2000; Van Meerbeek ve ark. 2006).

Kavite hazırlanması sırasında döner aletler ve el aletleri kullanımı sonucu oluşan, içeriğinde organik ve inorganik doku artıkları, kan, tükürük ve mikroorganizmaların bulunduğu diş yüzeyinde kalan artıklar smear tabakası olarak adlandırılır (Yazıcı ve ark. 2002; Van Meerbeek ve ark. 2006). Smear tabakası, diş dokuları ile adeziv sistem arasında güçlü bir bağlantı oluşmasına engel olmaktadır. Bu nedenle adeziv sistemler, smear tabakasının uzaklaştırılması veya bu tabakanın modifiye edilmesine yönelik etki göstermektedir. Adeziv sistemler, tarihsel gelişimine göre ve smear tabakası üzerine gösterdikleri etkiler göz önünde bulundurularak sınıflandırılmaktadır (Kugel ve Ferrari 2000; Van Meerbeek ve ark. 2001; Van Meerbeek ve ark. 2006). Adeziv sistemler, tarihsel gelişimine göre

yedinci kuşağa kadar sınıflandırılmıştır. Ancak bu sınıflanmanın bilimsel olarak bir dayanağı olmadığından günümüzde kabul gören ve modern sınıflandırma olarak adlandırılan smear tabakası üzerindeki etkilere göre üç farklı sistemi kapsayan sınıflama kullanılmaktadır (Kugel ve Ferrari 2000; Van Meerbeek ve ark. 2001; Söderholm ve ark. 2005);

- Total-etch adeziv sistemler
- Self-etch adeziv sistemler
- Cam iyonomer adeziv sistemler.

2.3.1. Total-etch Adeziv Sistemler

Adeziv sistemlerin kronolojik olarak uygulanan ve kabul gören ilk yöntemi smear tabakasının tümüyle uzaklaştırılması prensibine dayanan total-etch yaklaşımıdır. İki aşamalı veya üç aşamalı olarak uygulanan bu sistemler günümüzde hâlen kullanılmakta olup altın standart olarak kabul edilmektedirler (De Munck ve ark. 2003; Cardoso ve ark. 2011). Bu sistemlerde, ilk olarak diş dokularını pürüzlendirme işlemi gerçekleştirilir. Pürüzlendirme işlemi genellikle %34-37 konsantrasyondaki fosforik asit ile gerçekleştirilir. Üç aşamalı sistemler, diş yüzeyine sırasıyla asit uygulama ve yıkama işlemleri, sonrasında primer ve bonding ajan uygulama işlemlerinden oluşur. İki aşamalı sistemlerde ise asit uygulama ve yıkama işlemlerinden sonra primer ve bonding tek bir şişede birleştirilmiş ve böylelikle uygulama basamağı azaltılmıştır (Swift 2002).

Diş yüzeylerinin hazırlanması amacıyla geleneksel olarak uygulanan asit ile smear tabakası ve mine yüzeyinin yaklaşık 10 µm'lik kısmı kaldırılır ve 5-50 µm arasında değişen derinliğe sahip pürüzlendirilmiş bir alan oluşur. Bu alanda kollajen fibril ağı açığa çıkar (Van Meerbeek ve ark. 2006). Üç aşamalı total-etch adeziv sistemlerde, diş dokusu pürüzlendirildikten sonra asetona, etanola, su gibi çözücüler ve bir veya birden fazla bifonksiyonel rezin monomer içeren primer uygulanır (Swift 2002). Asetonlu içerikli primerin kullanıldığı durumlarda nemli bağlanma (wet bonding) tekniğinin gerçekleşmesi gerektiği, su veya etanol içerikli primer kullanıldığında ise hafifçe hava ile kurutma ve kuru bağlanma (dry bonding) tekniğinin etkili bağlanmayı sağladığı belirtilmiştir. Nemli bağlanma tekniğinde primer içindeki çözücüler kollajen fibril ağları arasındaki suyu uzaklaştırarak HEMA gibi hidrofilik monomerlerin kollajen fibril ağlarına girmesini sağlar. Hava ile

kurutulma sonrasında çözücüler su ile birlikte uzaklaşır ve kalan monomerler (HEMA) kollajen fibril ağlar tarafından absorbe edilir. Ardından son aşama olarak bonding ajan uygulanır (Gwinnet 1992; Van Meerbeek ve ark. 1998). Bonding ajan temel olarak Bis-GMA ve UDMA gibi hidrofobik monomerler, TEGDMA gibi vizkozite düzenleyici, HEMA gibi hidrofilik monomerler içerir. Bu materyalin esas görevi, kollajen fibril ağların arasını doldurarak rezin uzantılarını oluşturmak ve bu hibrit tabakayı stabilize etmektir. Polimerizasyon sonrası bonding ajanın üzerinde yaklaşık 15 µm kalınlığında polimerize olmamış inhibisyon tabakası mevcuttur ve bu tabaka bonding ajan ile kompozit rezin materyal arasında bağlantı oluşmasını sağlar (Van Meerbeek ve ark. 2006).

İki aşamalı total-etch adeziv sistemler ise diş dokusunun pürüzlendirilmesini takiben hidrofobik ve hidrofilik rezin materyallerin karışımı olan; aseton, etanol ve su gibi çözücülerden birini içeren tek bir şişe içerisinde bulunan bonding ajanların kullanıldığı sistemlerdir (Gwinnet 1992; Tyas ve Burrow 2004; Summit ve ark. 2006). İki basamaklı total-etch adeziv sistemler, kollajen fibril ağa tamamen infiltre olur ve artık çözücünün uzaklaştırılması zorlaşır. Buharlaşmayan çözücü, polimerizasyonu engelleyerek bağlantının kalitesini düşürür (De Munck ve ark. 2005).

Üç basamaklı etanol-su bazlı total-etch adezivler kavite preparasyonlarında bağlanma dayanımı açısından altın standart olarak kabul edilirler (De Munck ve ark. 2005).

2.3.2. Self-etch Adeziv Sistemler

Total-etch adeziv sistemine alternatif bir klinik uygulama olan self-etch adeziv sistemler asit uygulama işlemi gerektirmezler (De Munck ve ark. 2005). Asidik monomerlerin kullanılması ile smear tabakası çözülebilir ve diş dokularında pürüzlendirme sağlanabilir (Van Meerbeek ve ark. 1998; Cardoso ve ark. 2011).

Self-etch adeziv sistemler, total-etch adeziv sistemlere göre daha az teknik hassasiyet gerektirir. Asit uygulama ve yıkama aşamalarının olmaması bunun yerine asidik monomerler ile asit ve primer uygulama aşamalarının aynı anda gerçekleştirilmesine olanak tanır. Böylelikle klinik uygulama zamanı kısalmış olur.

Ancak bununla birlikte self-etch adeziv sistemlerin mineye olan bağlantısının daha zayıf olduğu da belirtilmiştir (Van Meerbeek ve ark. 1998).

Self-etch adeziv sistemler, primer ve bonding ajanın ayrı ayrı veya tek bir solüsyonda birleştirilmelerine göre iki aşamalı veya tek aşamalı olarak ikiye ayrılır (Van Meerbeek ve ark. 2011). İki aşamalı self-etch adeziv sistemlerde öncelikle hidrofilik self-etch primer uygulanır, ardından hidrofobik olan bonding ajan uygulanır. Ara yüzün hidrofobik olması bağlanma dayanımını olumlu etkiler (Van Meerbeek ve ark. 2010). Asit, primer ve bonding ajanın tek bir şişede birleştirilerek aynı anda uygulandığı sistemler ise tek aşamalı self-etch adeziv sistemler (all-in-one) olarak adlandırılır (Dayangaç 2000). Smear tabakasını çözebilmek ve pürüzlendirme sağlayabilmek için yüksek oranda asidik hidrofilik monomer içeren tek aşamalı self-etch adeziv sistemler, hidrofilik özelliklerinin artması nedeniyle bağlantı ara yüzüne su geçişine izin vererek bağlanma dayanımının azalmasına yol açabilirler (Hashimoto ve ark. 2003; Van Meerbeek ve ark. 2011). Self-etch adeziv sistemler asiditelerine göre kuvvetli ($ph \leq 1$), orta derecede kuvvetli ($ph \sim 1.5$) ve zayıf etkili ($ph \geq 2$) olarak üç grupta sınıflandırılır (Fu ve ark. 2005; De Munck ve ark. 2005).

2.3.3. Cam İyonomer Adeziv Sistemler

Cam iyonomerler ve rezin modifiye cam iyonomerler, diş dokularına herhangi bir bağlayıcı materyal gerekmeden içeriğindeki polialkenoik asidin hidroksiapatitin kalsiyum iyonları ile etkileşimi sonucu kimyasal olarak bağlanabilirler (Van Meerbeek ve ark. 2006). Ayrıca cam iyonomer materyal uygulanmadan önce polialkenoik asidin diş dokularına uygulanması ile hafif bir pürüzlendirme elde edilerek mikro mekanik bağlantı da sağlanmış olur (Inoue ve ark. 2001).

Cam iyonomer materyallerin diş dokularına bağlantıları oldukça iyidir. Mine dokusuna olan bağlantı dentin dokusuna olandan daha yüksektir. Bu durum bağlanmanın mineral fazda olmasını açıklar (Powis ve ark. 1982; Perondi ve ark. 2014).

2.4. Mine Yüzeyinin Hazırlanması

Kompozit rezin restoratif materyallerin mine dokusuna bağlanma kuvveti çeşitli faktörlerden etkilenebilir (Pashley ve ark. 1995; Al-Salehi ve Burke 1997; Adebayo ve ark. 2008). Restoratif materyalin mine yüzeyine bağlanmasını sağlamak amacıyla tedaviden önce mine yüzeyinin hazırlanması gerekir. Böylelikle minenin yüzey enerjisi artırılmış olur. Farklı hazırlama teknikleri ve kullanılan adeziv sisteme bağlı olarak diş dokusunun yüzey özellikleri bağlanma etkinliğini etkileyebilir (Koibuchi ve ark. 2000; Ogata ve ark. 2002; Hosoya ve ark. 2004; Sattabanasuk ve ark. 2007).

2.4.1. Asit ile Pürüzlendirme Tekniği

Geçmişten günümüze kadar minenin pürüzlendirilmesinde sitrik, fosforik, hidroklorik ve pirüvik asit gibi çeşitli asitler laboratuvar şartlarında denenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu değişik konsantrasyonlarda fosforik asit kullanımı en sık tercih edilen asit olmuştur. Fosforik asit kullanımı, mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde kabul görmüş ve standart bir yöntemdir. Asitleme işlemi için farklı prosedürler önerilse de en yaygın olarak kullanılan %37 konsantrasyonda fosforik asidin 20 saniye süreyle mineye uygulanmasıdır. Minenin pürüzlendirilmesinde hidroksiapatit yapı kısmen aşındırılır ve 6 ila 12 µm uzunluğunda rezin uzantılar oluşturulur; böylece materyalin penetre olma derecesi geliştirilerek tutuculuk artırılır. Yıkama ve kurutma işlemlerinden sonra mikro porozitelerin bulunduğu minenin beyaz, opak, tebeşirimsi görünümü oluşması beklenir (Garcia-Godoy Gwinnett 1987; Martinez-Insua ve ark. 2000). Pürüzlendirilen mine yüzeyine uygulanan düşük viskozitedeki rezin, akıcılığının etkisiyle bu porozitelerin içerisine doğru yayılır. Uygulanan bağlayıcı ajanın polimerizasyonu sonucu oluşan rezin uzantıları mikro mekanik bağlantıyı sağlamaktadır (Sıracı ve Turgut 2004).

Süt ve daimi dişlerde minenin yapısal farklılıklar göstermesi rezin esaslı materyallerin süt dişlerine uygulanmasını güçleştirebilmektedir. Yapılan çalışmalarda iyi bir bağlanma yüzeyi elde edebilmek için daimi diş minesinin 1 dakika, süt dişi minesinin ise 2 dakika süreyle asitlenmesi gerektiği bildirilmektedir (Johnston ve ark. 1998). Ancak, son yıllarda yapılan çalışmalar süt ve daimi dişler

arasında bağlanma kuvveti bakımından fark olmadığını ortaya koymuştur. Bu nedenle hem süt hem de daimi diş minesini için 20 saniye süreyle asitle pürüzlendirmenin yeterli olabileceği bildirilmektedir (Hosoya ve ark. 2000; Welbury ve ark. 2004). Günümüzde uygulamayı kolaylaştırmak ve diş hekiminin asidin yüzeye yayılmasını daha rahat kontrol edebilmesini sağlayabilmek amacıyla içerisine silika ya da polimer yapılı bazı kalınlaştırıcılar ilave edilmiş, renklendirilmiş jel formundaki asitler kullanılmaktadır (Sıracı ve Turgut 2004).

Bu yöntemin zaman alıcı ve çocuklar tarafından kabul edilemeyebilen bir tadının olması, teknik hassasiyet gerektirmesi bu yönetime alternatif ve minenin yüzey enerjisini daha fazla artıracak yöntemlerin aranmasına yol açmıştır (Garcia-Godoy ve ark. 2009).

2.4.2. Air-polishing Sistemi ile Pürüzlendirme Tekniği

Sodyum bikarbonat partiküllerinin ortak çıkışlı yüksek hava akımı ve su basıncı ile diş yüzeyine püskürtülmesi sonucu meydana gelen pürüzlendirme yöntemidir. Bu yöntemde kullanılan kinetik enerji diş dokularını uzaklaştırmaktan çok yüzeydeki smear tabakasını uzaklaştırır ve mine yüzeyinde pürüzlendirme sağlar (Boyde 1984).

Air-polishing yönteminin daha az mine dokusu kaybı ile daha iyi bağlanma sağlayabileceği düşünülmüştür. Bu yöntem ile uygun bir bağlanma sağlanabilmesi için partikül boyutu, hava basıncı, çalışma süresi ve uygulanacak yüzeyin mikro yapısı gibi pek çok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılan çalışmalarda, en başarılı bağlanma kuvveti değerlerinin air-polishing sisteminin asitle pürüzlendirme ile birlikte kullanıldığında elde edildiğini bildirmişlerdir (Courson ve ark. 2003; Duangthip ve Lussi 2003).

Air-polishing sistemi, yumuşak dokulara zararlı bir etkisinin olmaması, ağrı hissini olmaması nedeniyle özellikle çocuk hastaların diş hekimine alışması; çalışma esnasında ısı, titreşim, basınç, ses ve koku oluşturmaması, minede ısı ve titreşimden kaynaklı mikro çatlaklar oluşturmamasından dolayı kavite duvarları ile materyal arasındaki adaptasyonun daha iyi olması ve böylece restorasyonun başarısının artırılması gibi avantajlara sahiptir (Yeşilyurt ve Gökay 2005).

2.4.3. Lazer Sistemi ile Pürüzlendirme Tekniği

1962 yılında tıp alanında ilk kez kullanılmaya başlanan lazer cihazları diş hekimliğinde ise 1983 yılında kullanıma girmiştir. 1990'lı yılların sonuna doğru oldukça popüler hale gelmiştir. Lazer kelimesi, "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" ifadesinin baş harflerinden meydana gelmektedir. Işığın uyarılarak güçlendirilmesi olarak da açıklanabilir. Daha açık bir ifade ile "hızlandırılmış ve yoğunlaştırılmış yüksek enerji taşıyan ışık demeti" olarak tanımlanabilir (Eduardo ve ark. 2003). Lazerin çocuk hastalarda kullanımı 1999 yılında FDA tarafından onaylandıktan sonra çocuk hastaların tedavisinde lazer kullanımı yaygınlaşmıştır.

Diş hekimliğinde lazerler; diş çürüğünün temizlenmesi, estetik diş tedavileri, hassasiyet tedavisi, kök kanallarının sterilizasyonu, diş eti şekillendirmesi, periodontitis, aft ve uçuk tedavileri, oral mukoza rahatsızlıkları, dişeti ve çene kemiğindeki tüm cerrahi işlemler, çene eklemi rahatsızlıklarının tedavisi, peri-implantitis, çekim sonrası yara iyileşmesi ve implant cerrahisi gibi birçok işlemde kullanılmaktadır (Güngörmüş ve Ömezli 2007).

Günümüz diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan lazerler diyod lazer, CO₂ lazer, Nd:YAG lazer, Er,Cr:YSGG lazer ve Er:YAG lazerdir. Dalga boyu 800-900 nm aralığında değişen diyod lazerler daha çok yumuşak doku cerrahisi, dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılır (Şimşek ve Yıldız 2014). 10600 nm dalga boyuna sahip CO₂ lazerlerin yüksek su oranına sahip yumuşak dokularda iyi absorbe edilmesine karşın termal hasar riski nedeniyle sert dokuda kullanımı sınırlıdır. Diş hekimliğinde kullanım için geliştirilen 1064 nm dalga boyundaki Nd:YAG lazerler yumuşak doku cerrahisinde ve dentin hassasiyetinin tedavisinde başarı ile kullanılmasının yanı sıra kök kanal dezenfeksiyonu ve diş beyaslatma tedavisinde de kullanılmaktadır. Dalga boyu 2780 nm olan Er,Cr:YSGG lazerlerin çürüğün uzaklaştırılması ve önlenmesi, dentin hassasiyetinin tedavisi gibi daha çok sert dokuda kullanımı yaygındır. Suda en iyi absorbe olabilen 2940 nm dalga boyuna sahip Er:YAG lazerler yumuşak dokuların yanında sert dokuda kullanım açısından en sık tercih edilen lazerlerdendir (Şimşek ve Yıldız 2014).

Pürüzlendirme amaçlı olarak en sık kullanılan lazer çeşitleri Er:YAG lazer, Er,Cr:YSGG lazer, Nd:YAG lazer ve CO₂ lazerdir. Er:YAG lazerin mine ve dentinde kullanılması ile diş hekimliğinde bu konuya yönelik çalışmalar başlamıştır. Er:YAG lazer, klinik olarak mine ve dentinde kavite hazırlanmasında, çürük dokunun uzaklaştırılmasında, kök kanal tedavisinde ve diş sert dokularının pürüzlendirilmesinde kullanılabilir. En büyük avantajı işlem sırasında anestezi kullanım ihtiyacını azaltmasıdır (Hossain ve ark. 2003).

Temel olarak lazer, yüzeydeki hidroksiapatit matriks içine sıkışmış suyu buharlaştırarak mikro patlamalar oluşmasına neden olur. Dolayısıyla mine yüzeyinde asit ile pürüzlendirmeye benzer şekilde 10-20 µm derinlikte pürüzlü ve düzensiz bir yüzey oluşur. Lazer uygulanan mine yüzeyinde asit daha dirençli bir yapı oluşur. Diş sert dokularının kalsiyum/fosfat oranını değiştirir; karbonat/fosfat oranını azaltır ve asitte çözünür içeriği daha az, dirençli bir yapı oluşumunu sağlar. Ayrıca minenin organik matriksinin kısmi dekompozisyonuna sebep olarak inter ve intraprizmatik alanları bloke eder. Bu da minede iyon difüzyonunu kısıtlayarak, demineralizasyonu geciktirir. Böylece dişin asit ataklarına ve çürüklere karşı duyarlılığını azaltır. Ayrıca diş sert dokularının sadece yüzeyel kısımlarında absorbe edilerek derin dokularda termal hasar oluşmasını engelleyebilir (Visuri ve ark. 1996; Evans ve ark. 2000; Şimşek ve Yıldız 2014).

Lazer ile mine yüzeyi hazırlanmasının daha kısa sürede ve kontrollü olarak gerçekleştirilmesi gibi geleneksel yöntemlere göre çeşitli avantajları bulunmaktadır (Üşümez ve Aykent 2003). Özellikle de izolasyonu sağlamanın zor olduğu çocuk hastalarda mine yüzeyini pürüzlendirmek amacıyla lazer kullanımı oldukça avantajlıdır.

Er:YAG lazer ile mine pürüzlendirilmesinin geleneksel yöntemlere kıyasla daha zayıf bağlanma değerleri sergilediğinin belirtilmesinin yanı sıra geleneksel yöntemlere benzer veya daha üstün değerler gösterdiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Visuri ve ark. 1996; Dunn ve ark. 2005; Marraccini ve ark. 2006; Gürkan ve ark. 2008). Bu konuda fikir birliğinin sağlanamaması farklı lazer sistemlerinin kullanımı veya aynı lazer sistemlerinin farklı ayarlarının kullanımı olduğu düşünülmektedir (Fırat ve ark. 2012).

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde lazerin atım süresinin önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (Lukac ve ark. 2004). 'Variable Square Pulse' teknolojilerinin geliştirilmesiyle lazer ışınının atım süresinin ve genişliğinin kontrolü mümkün hale gelmiştir. Atım süreleri 50 mikro saniyeden (super short pulse), 100 (very short pulse), 300 (short pulse), 600 (long pulse) ve 1000 mikrosaniyeye (very long pulse) kadar ayarlanabilir. Daha kısa atım süreli modlarda daha yüksek enerjiden dolayı ısı ile kaybedilen enerji daha azdır ve bunun sonucunda daha etkili bir ablasyon oluşurken dokuda meydana gelen termal etki en aza indirgenmiş olur (Grgurevic ve ark. 2005).

Er:YAG lazerin son zamanlarda geliştirilen "quantum square pulse" (QSP) ayarı, düşük enerji ile birbirlerini en uygun hızda takip eden yüksek verimlilikte atımlar yapılmasına olanak tanır. Bu şekilde lazer ışınının soğurulması ve dağılması önlenir ve diş dokuları üzerinde istenmeyen termal etkilerin oluşmasını engeller. Ayrıca QSP ayarı kullanılarak hazırlanan mine yüzeylerinin yüksek bağlanma dayanımı için gerekli olan yüzey kalitesinin olduğu bildirilmiştir (Gutknecht ve ark. 2011; Lukac ve ark. 2012).

2.5. Mine Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi

Diş hekimliğinde geliştirilen yeni materyallerin veya yöntemlerin değerlendirilmesinde en etkin yol klinik deneylerdir (Van Meerbeek ve ark. 2010). Ancak yeni geliştirilen sistemlerin klinik pratiğine kazandırılması hem zordur hem de etik açıdan uygun değildir. Bu nedenle yeni geliştirilen materyal ve yöntemlerin incelenmesinde *in vitro* testler sıklıkla kullanılmaktadır (Swift ve ark. 1995; Van Meerbeek ve ark. 2003). Diş dokularına uygulanan farklı işlemlerin oluşturduğu morfolojik ve kimyasal etkileri değerlendirmek amacıyla birçok yöntem kullanılmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü ve kimyasal kompozisyon analizleri gibi yöntemlerin yanı sıra bağlanma dayanımı analizlerinin kullanılması materyal ve yöntemlerin klinik başarıları hakkında yol gösterici yorumlar yapılmasına imkân sağlamaktadır.

2.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülük değerlendirmesinde kontakt ve kontaktsız profilometre cihazları kullanılmaktadır. Kontakt profilometre cihazı yüzeyin 2 boyutlu

parametresidir ve daha doğru ölçümler verir (Wan Bakar ve McIntyre 2008; Ganss ve ark. 2010). Cihazın belirli boyutlara sahip elmas iğnesi ile incelen yüzey üzerinde sabit bir hızla horizontal hareketler sonucu pürüzlülük değerleri elde edilir. Yüzey profilometre cihazı, değerlendirilen yüzeyin pürüzlülüğü ile ilgili sayısal değerleri verir. R_a (roughness average); bir yüzeyin çizilen bir hat üzerindeki pürüzlülük profilinin aritmetik ortalaması olarak tarif edilir ve birimi μm 'dir. Bu değer materyallerin belirli bir mesafedeki yüzey düzensizliklerinin hesaplanmasında sıklıkla kullanılmaktadır (Yılmaz ve Özyurt 1999; Silva ve Zuanon 2006).

Legler ve ark. (1990) yaptıkları *in vitro* çalışmada farklı konsantrasyonlarda fosforik asit jeli farklı sürelerde mine yüzeylerine uygulayarak yüzeyde oluşan pürüzlülük değişimlerini yüzey profilometre ile değerlendirmişlerdir. Asit konsantrasyonunun ve uygulama süresinin azalması ile pürüzlülük değerlerinin de azaldığını bildirmişlerdir.

Erşahan ve Sabuncuoğlu (2016) yaptıkları çalışmada geleneksel olarak kullanılan asit, Er:YAG ve Nd:YAG lazer sistemleri ile pürüzlendirdikleri mine yüzeylerinde oluşan pürüzlülük farklılıklarını profilometre ile incelemişlerdir. Asit uygulanan mine yüzeylerinde her iki lazer sistemi uygulananlara oranla anlamlı derecede düşük pürüzlülük değerleri elde edildiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda da farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine yüzeyinde oluşturduğu pürüzlülük değerlerini ölçmek için kontakt yüzey profilometre cihazı kullanılmıştır.

2.5.2. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

Diş hekimliğinde diş dokularının ve materyallerin yüzey özelliklerinin araştırılmasında AFM'nin kullanımı son yıllarda artış göstermiştir. AFM cihazı, çalışılan yüzeydeki yükseklik farklarını ölçerek rakamsal olarak veri oluşturma prensibi ile çalışmaktadır (Field ve ark. 2010). AFM, yüksek çözünürlüğü sayesinde dalgalı yüzeylerin mikro ve nano seviyelerde pürüzlülüğünü araştırmaya imkân sağlar (Mendez-Vilas ve ark. 2007). AFM, temel olarak bir uç yardımıyla yüzeyin üç boyutlu olarak taranması prensibi ile çalışmaktadır. Bu uç serbest bir konsolla yüzeye olabildiğince yakın tutulur. Uç ve yüzey arasındaki kuvvet konsolun itme

veya çekme kuvvetleri olarak eğilmesini sağlar. Bu sayede taranan örnek yüzeyinin üç boyutlu yüzey görüntüsü bilgisayar ortamında elde edilir.

AFM, kantilever ucu ve örnek arasındaki temasa göre kontakt modu, non-kontakt modu ve titreşim modu olmak üzere 3 farklı çalışma şekline sahiptir. Kontakt modu; geliştirilen ilk çalışma şeklidir. Tarama yapan uç, incelenen örnek yüzeyine çok az miktarda temas eder. Ancak bu çalışma şekli örnek yüzeyinde değişikliğe sebep olup yanlış sonuçlar doğurabileceğinden çok tercih edilmemektedir. Non-kontakt modda ise tarama yapan uç incelenen örnek yüzeyine temas etmeden örneğin yüzey özelliklerinin elde edilmesini sağlar. Bu çalışma şekli incelenen örneğe zarar vermediğinden hassas ölçümlerin yapıldığı diş hekimliği çalışmalarında tercih edilmektedir. Bir diğer çalışma şekli olan titreşim modunda ise faz görüntüleme adı verilen bir işlem bulunmaktadır. Uçun faz açısı değiştirilerek incelenen örnekte daha hassas ölçüm sonuçları elde edilebilmektedir.

Çalışmamızda AFM analiz yöntemini tercih etmemizin nedeni yüzey hazırlama işlemlerinin mine yüzeyinde oluşturduğu değişikliklerin derecesinin belirlenmesinde güvenilir bir yöntem olmasıdır. Mine yüzeyindeki hem nitel hem de nicel değişiklikleri izlemede AFM analiz yönteminin kullanımını öneren çalışmalar bulunmaktadır (Grobler ve ark. 1990; Lussi ve ark. 1993; Eisenburger ve Addy 2003; Barbour ve Shellis 2007; White ve ark. 2010). AFM analizinin diğer test yöntemlerine kıyasla en temel üstünlüğü diş dokularının üç boyutlu yüzey görüntüsünü sunmasıdır (Schaad ve ark. 1993). Literatür incelediğinde AFM ile elde edilen verilerin değerlendirilmesinde en sık kullanılan parametrelerden biri olan çalışılan yüzeyin ortalama pürüzlülük değeri olan R_q değeri olduğu görülmüştür (Gadelmawla ve ark. 2002; Raposo ve ark. 2007). Çalışmamızda da farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanan ve herhangi bir işlem uygulanmayan mine yüzeylerinin AFM ile analiz edilmesi sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesinde R_q değeri kullanılmıştır.

2.5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi (SEM-EDS)

Diş hekimliğinde çalışmalarda genellikle destekleyici yöntem olarak tanımlanan SEM 1962 yılından beri başarıyla kullanılmaktadır (Stewart ve Boyde

1962). SEM, çizgisel tarama prensibiyle yüksek enerjili elektronlarla örnek yüzeyini tarayarak görüntüler elde edilmesini sağlayan elektron mikroskopudur. Elektronlar, örnek yüzeyinin özellikleri, içeriği ve elektrik iletkenliği gibi diğer özellikler hakkında örnekten bilgi sağlayan atomlarla temas geçmektedir (Goldstein ve ark. 2003).

SEM ile görüntü elde edilirken incelenen örnek yüzeyinin elektron ışın demeti ile sürekli taranması sağlanır. Elektron tabancası tarafından gönderilen birincil elektronlar, örnek yüzeyi ile etkileşime girerler. Birincil elektronlar, örnek yüzeyine çarpar ve enerjisinin bir kısmını kaybederse ikincil elektron adını alır. İkincil elektronlar, elektronların çarpmasıyla kısa süreli ani ışık parlamaları oluşturan kristale gönderilir. Sonrasında, kristalde ortaya çıkan parlamalar elektrik sinyaline dönüştürülür ve örnek yüzeyinin görüntüsü oluşturulur (Arnold ve ark. 2003).

SEM ile elde edilen görüntülerin diğer mikroskoplar ile elde edilenlere göre üstünlükleri bulunmaktadır. En önemli üstünlüğü incelenen yüzeyin ayrıntılı olarak üç boyutlu ve farklı büyütme oranları ile görüntülenmesine izin vermesidir. Ayrıca SEM ile elde edilen görüntüler dijital ortamda olup bilgisayar yazılımları ile uyumlu olarak detaylı bir şekilde değerlendirilmesine imkân tanır (Goldstein ve ark. 2003).

SEM ile görüntü elde edilebilmesi için incelenen örneklerin elektriği iletmesi ve örnek yüzeyinde elektriksiz yük birikimini engellemek için topraklanması gereklidir. Bu amaçla SEM analizinden önce elektriği ileten çok ince bir tabaka yüksek vakumlu buharlaştırıcı ile örnek yüzeyine uygulanmalıdır. Altın, altın ve paladyum karışımı, karbon, tungsten gibi iletken maddeler bu amaçla kullanılmaktadır. Kaplamanın kalınlığı örneğe göre değişse de genelde 100 Å olduğu bildirilmiştir (Goldstein ve ark. 2003).

EDS, SEM ile birlikte kullanılarak incelenen örneklerin kimyasal kompozisyonunu belirlemek için kullanılan mikro analitik bir yöntemdir. EDS analizinin temel prensibi X ışınları yardımıyla her bir elementin karakteristik özellikleri sayesinde diğer elementlerden ayırmaktır (Arends ve Ten Bosch 1992; Goldstein ve ark. 2003). Dış kaynaklardan gelen elektronlar ile incelenen örneğin atomları çarpıştığında X ışını fotonları formunda enerji yayılır ve bu şekilde elementin X ışını karakteristiği oluşur. EDS, yayılan X ışınlarının enerjisini ölçerek

elementin karakteristiğini belirler. Sonrasında elementlerin atomik ve ağırlıkça yüzdeleri bilgisayar programları aracılığıyla elde edilir (Love ve Scott 2001). SEM-EDS analizi ile 1-2 µm derinliğe kadar yüzeydeki minerallerin atomik ve ağırlıkça yüzdeleri değerlendirilebilir (Arnold ve Gaengler 2007).

Literatür incelendiğinde SEM-EDS analiz yöntemi kullanılarak mine yüzeylerinin araştırıldığı çalışmaların bulunduğu görülmüştür. Mine yüzeyine uygulanan çeşitli işlem ve ajanların minenin mineral içeriğinde değişiklik oluşturabileceği bildirilmiştir (Rosin-Grgewt ve ark. 2000; Papagiannoulis ve ark. 2002; Weerasinghe ve ark. 2007; Della Bona ve ark. 2008; Markovic ve ark. 2008; Paradella ve ark. 2008; Scougall-Vilchis ve ark. 2009; Keinan ve ark. 2010; Rodríguez-Vilchis ve ark. 2010; Rodríguez-Vilchis ve ark. 2011; de-Melo ve ark. 2011). Çalışmamızda farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine yüzeylerinde oluşturduğu yapısal değişiklikleri analiz etmek amacıyla SEM-EDS analizi yapılmıştır.

2.6. Bağlanma Dayanımının İncelenmesi

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin, adeziv sistemlerin ve tekniklerin klinik başarısı diş dokuları ile arasındaki bağlantının kalitesine bağlıdır. Materyallerin diş sert dokuları ile bağlantısının performansını ölçen bu testlerin klinik olarak analiz edilmesi ve takibi oldukça zor olduğundan laboratuvar testleri sıklıkla kullanılmaktadır (Van Meerbeek ve ark. 2003; De Munck ve ark. 2005; Özyeşil ve ark. 2009; Tekçe ve ark. 2013).

Bağlanma dayanım testleri, rezin esaslı dental materyallerin başarılarını değerlendirmek için kullanılan yöntemler arasında sıklıkla tercih edilmektedir. Bağlanma dayanım testleri, incelenmesi istenen diş veya materyallerden örnekler hazırlanarak örneklerin makaslama, gerilim veya kırma kuvvetlerine karşı dayanımlarını incelemektedir. Günümüzde en çok kabul gören bağlanma dayanımı test yöntemleri *in vitro* koşullarda gerçekleştirilen mikro gerilim ve makaslama dayanımı testleridir. Bağlanma dayanımı testlerinin uygulanması kolay ve hızlı olmalıdır (Özyeşil ve ark. 2009; Heintze ve Zimmerli 2011).

Bağlanma dayanımı testleri farklı düzeneklerle gerçekleştirilebilmektedir. Kuvvetin, test cihazına yerleştirilmiş düz bir uç yardımıyla diş-restoratif materyal

birleşim yüzeyine uygulandığı yöntem, klasik (makaslama) bağlanma dayanım testidir. Klasik bağlanma dayanım test yönteminde geniş diş yüzeylerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca kuvvet, diş-restoratif materyal bağlantı yüzeyine bıçağın temas ettiği noktadan uygulandığı için homojen olmayan stresler oluşmaktadır (Van Noort ve ark. 1989; Phrukkanon ve ark. 1998).

Makaslama bağlanma dayanımı testi en sık kullanılan ve uygulaması daha kolay olan bağlanma dayanımı testidir ve ağızdaki farklı kuvvetleri mikro gerilim testine göre daha iyi taklit ettiği belirtilmiştir (Leinfelder 2001). Makaslama bağlanma dayanım test yönteminin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla, mikro test yöntemleri (mikro gerilim) geliştirilmiştir. Bu test yöntemlerinde restoratif materyalin diş yüzeyine üretici firmaların tavsiyeleri doğrultusunda uygulanmasını takiben bir kesit cihazıyla diş-restoratif materyal bağlantısını içeren çubuk şeklinde standart örnekler hazırlanmaktadır. Bu örnekler test cihazına tutturularak kopma sağlanana kadar kuvvet uygulanmaktadır. Mikro test yöntemlerinde daha homojen kuvvetlerle bağlanma dayanımı ölçülebilmektedir (Van Noort ve ark. 1989; Sano ve ark. 1994; Pashley ve ark. 1995; Sudsangiam ve Van Noort 1999). Bu test yönteminde, örneklerin 4-5 mm'den kısa olduğu durumlarda ise örneğin test cihazına tutturulmasının zor olması gibi bir dezavantajdan da söz edilmektedir (Pashley ve ark. 1995; Üşümez ve Aykent 2003). Bu nedenle çalışmamızda her iki bağlanma dayanımı testi de kullanılmıştır.

Makaslama ve gerilim testleri, restorasyonların ağız içerisinde karşılaşılabilecekleri muhtemel kuvvetleri taklit ederek materyallerin dayanımlarını incelemeye yönelik testlerdir (Ayaz ve Tağtekin 2011).

Bağlanma dayanımı analizlerinde incelenen örneklerin kırılma tipleri de oldukça önemlidir. Kırılma diğer bir deyişle başarısızlık çeşidi; adeziv (restorasyon-diş yüzeyi bağlantı yüzeyinde oluşan kırılma), koheziv (tamamen diş dokusu veya restorasyon içinde oluşan kırılma) veya karma (kısmen bağlantı yüzeyinde kısmen koheziv kırılma) olmak üzere üç farklı şekilde olabilir. Bağlanma dayanımı analizlerinde başarısızlık çeşitlerinin de belirtilmesi gerekmektedir (Pecora ve ark. 2002; Akın ve ark. 2012).

Günümüzde pedodonti kliniklerinde sıklıkla kullanılan restoratif materyallerden kompozit rezinlerin diş sert dokularına bağlantısını geliştirmek amacıyla farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu doğrultuda son yıllarda diş hekimliğinde kullanımı giderek artan lazer uygulamalarının mine yüzeyi pürüzlendirme yöntemi olarak kullanımı araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bu bilgilerin ışığında, çalışmamızda farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanan mine yüzeylerinin morfolojik ve kimyasal yapıları ve akışkan kompozit rezin ile bağlanma dayanımının *in vitro* olarak araştırılması amaçlanmıştır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, *in vitro* koşullarda iki aşamada gerçekleştirildi. Farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine kompozisyonu ve mineye bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla farklı test yöntemleri uygulandı;

- Birinci aşamada; yüzey hazırlama teknikleri uygulanması öncesinde ve sonrasında minenin yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi Atomik Kuvvet Mikroskobu ve Yüzey Profilometresi kullanılarak yapıldı. Mine örneklerinin yüzey hazırlama teknikleri uygulandıktan sonraki yapısal değişiklikleri Taramalı Elektron Mikroskobu ile incelendi. Sonrasında farklı yüzey hazırlama tekniklerinin minenin mineral içeriği düzeyinde oluşturduğu değişiklikler Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi ile değerlendirildi.
- İkinci aşamada ise; farklı yüzey hazırlama tekniklerinin, total-etch adezivler ile birlikte kullanılan akışkan kompozit rezinin mineye olan bağlanma dayanımı üzerine etkileri mikro gerilim ve makaslama bağlanma dayanımı testleri uygulanarak incelendi.

3.1. Etik Kurul Onayı

Bu araştırma için gerekli olan etik kurul onayı Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 14.12.2016 tarihli ve 11/2016 sayılı toplantı ile alındı. (EK A).

3.2. Gereç

3.2.1. Kullanılan Gereçler

Tablo 3.2.1. Çalışmada kullanılan materyaller.

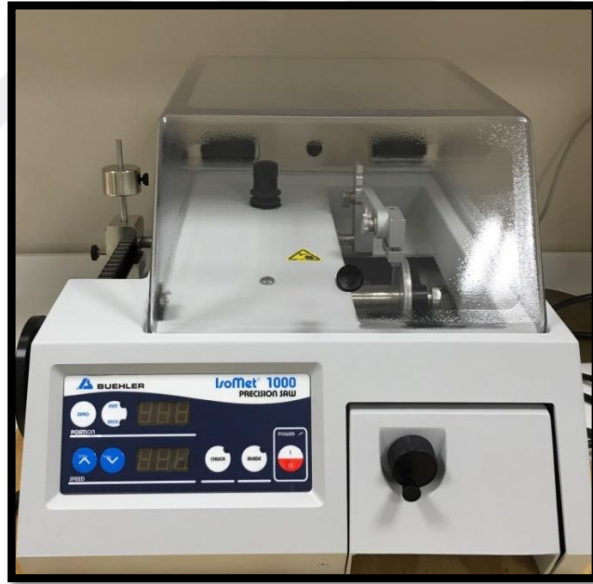
Materyal	Cinsi	İçerik	Üretici Firma
N-etch	Asit	%37 fosforik asit, kıvam arttırıcılar ve pigmentler.	Kerr Italia, S.r.l., Scafati, Salerno, İtalya
Optibond FL	Total etch adeziv	Polimerize edilmemiş metakrilat ester, trietilenglikol, monomerler, dimetakrilat, iterbiyum riflorid, inert mineral doldurucular, polimerizasyon başlatıcı ve stabilizerler.	Kerr Italia, S.r.l., Scafati, Salerno, İtalya
Tetric Flow	N- Nanohibrit akışkan kompozit	Dimetakrilatlar (TEGDMA dâhil), doldurucular (baryum cam, iterbiyum triflorid, yüksek oranda yayılmış silika ve karışık oksit), katalizörler, stabilizatörler, pigmentler.	Ivoclar-Vivadent, Schaan, Lihtenştayn
Panacryl	Oto polimerizan akrilik rezin	Metilmetakrilat polimeri, metilmetakrilat monomeri, etilen glikol dimetakrilat, pigmentler.	Arma, İstanbul, Türkiye
Cavex Set- up Regular	Kırmızı Mum	Parafin, parafin yağı, mikro mum, pigmentler.	Cavex, Haarlem, Hollanda

3.2.2. Kullanılan Cihazlar

Tablo 3.2.2. Çalışmada kullanılan cihazlar.

Cihaz Adı	Cinsi	Üretici Firma	Ekipman
LightWalker AT	Er:YAG lazer sistemi	Fotona, Slovenya	- Er: YAG Lazere uygun kontakt başlığa takılan fiber uç (Kod: 71766, Silindirik, safir, Çap: 1.3 mm, Uzunluk: 8 mm, Maksimum enerji: 600 mJ) - Koruyucu lazer gözlüğü
Air-Flow Master Piezon	Air-polishing sistemi	EMS, Nyon, İsviçre	- Air-flow Classic Powder (65 µm sodyum bikarbonat partikülleri; EMS, Nyon, İsviçre) - Koruyucu gözlük
Isomet 1000 Precision Saw	Hassas kesit alma cihazı	Buehler Lake Bluff, IL, ABD	- Çift taraflı kesen elmas ince bıçak (Isomet Diamond Wafering Blades, Buehler GmbH Dusseldorf, Almanya)
Minitech 233	Polisaj makinesi	Presi, Grenoble, Fransa	- 600, 1000 ve 1200 gritlik numaralı silikon karbid su geçirmez zımpara (English Abrasives & Chemicals Ltd.)
Leica StereoExplorer	Stereomikroskop	Leica Microsystems Ltd, Heerbrugg, İsviçre	
Surftest SJ-210	Yüzey profilometresi	Mitutoyo Corporation, Tokyo, Japonya	
AFM XE-100	Atomik kuvvet mikroskobu	PSIA Corp, Sang-Daewon-dong, Kore	
SEM SU-1510	Taramalı elektron mikroskobu - Enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi	Hitachi High Technologies Corporation, Tokyo, Japonya	

Desk-V, Denton Vacuum	Altın-paladyum kaplama cihazı	Desk V Cold Sputter/Etch Unit, Denton Vacuum LLC, NJ, ABD
Shimadzu AGS-X	Üniversal test cihazı	Shimadzu Corporation, Tokyo, Japonya
MTD – 500	Mikro gerilim test cihazı	SD Mechatronic MTD 500, Almanya
Valo LED	LED ışık cihazı	Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD



Şekil 3.2.1. Hassas kesit alma cihazı.



Şekil 3.2.2. Polısaj Makinesi.



Şekil 3.2.3. Stereomikroskop.



Şekil 3.2.4. LED ışık cihazı.

3.3. Yöntem

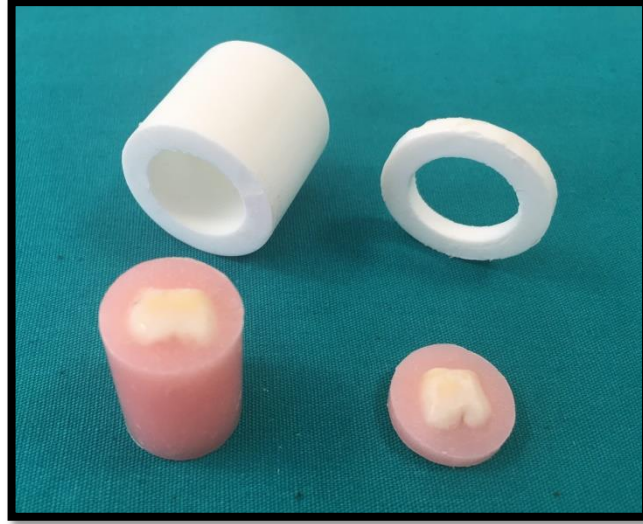
Farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine yüzeyinde oluşturduğu etkilerin ve bu yüzeylere uygulanan akışkan kompozit rezinin bağlanma dayanımına etkilerinin incelendiği bu araştırmada;

- Mine yüzeylerinin hazırlanması Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Lazer Kliniği ve Periodontoloji Kliniği'nde,
- Mine yüzeyleri pürüzlülük değerleri yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Konya Imicryl A.Ş. Ar-Ge Birimi Laboratuvarı'nda,
- AFM ve SEM-EDS incelemeleri Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde,
- Mine örneklerinin hazırlanmasında kesit alma ve polisaj işlemleri, kompozit rezin materyalin mine yüzeyine bağlanma dayanımının ölçümü Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirildi.

3.3.1. *In vitro* İncelemelerde Kullanılacak Dişlerin Hazırlanması

Bu araştırmada, Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Kliniği'ne başvuran hastalardan aydınlatılmış onamları alınarak çekilmiş 322 adet üçüncü büyük azı dişi kullanıldı. Seçilen dişlerin tam olarak gömülü olması ve hipokalsifikasyon veya çekime bağlı defekt bulundurmamasına özen gösterildi.

Dişler doku artıklarından el aletleri, pomza ve fırça yardımıyla dikkatli bir şekilde temizlendikten sonra kullanım zamanına kadar oda ısısında distile su içerisinde saklandı ve distile su günlük olarak değiştirildi.



Şekil 3.3.1. Hazırlanan örnekler.

3.3.1.1. Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi için Dişlerin Hazırlanması

Dişlerin kök kısımları kuron kısımlarından hassas kesit alma cihazı (Şekil 3.2.1.) ve çift taraflı kesen elmas ince bıçak ile su soğutması altında ayrıldı. Daha sonra dişlerin kuron kısımlarının bukkal yüzeyleri sırasıyla 600, 1000 ve 1200 grit numaralı silikon karbid su geçirmez zımpara ile devir hızı dijital kontrollü ve 20-600 devir/dakika arasında ayarlanabilir hız seçimine sahip polisaj cihazında (Şekil 3.2.2.) su soğutması altında düz yüzeyler haline getirildi. Elde edilen örnekler defekt varlığı ve dentin dokusunun açığa çıkması açısından stereomikroskop (Şekil 3.2.3.) altında x40 büyütmeyle kontrol edildi. Hazırlanan mine örnekleri bukkal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde iç çapı 10 mm, yüksekliği 2 mm olan plastik silindir kalıplara tabanda kırmızı mum üzerine sabitlenerek yerleştirildi ve plastik kalıpların içi otopolimerizan akrilik rezin ile dolduruldu. Kalıplardan çıkarılan örnekler yüzey paralelliği açısından kontrol edildi. Yüzey profilometresi, AFM ve SEM-EDS incelemeleri için toplam 154 örnek hazırlandı (Şekil 3.3.1.).

Örneklerin mine yüzeyleri 2 eşit bölüm olacak şekilde işaretlenerek bir tarafına yüzey hazırlama işlemleri uygulanırken diğer tarafına ise herhangi bir işlem yapılmadı. Yüzey hazırlama işlemi uygulanan bölümün yanına 'test edilen' olduğunu belirten 'T' harfi, herhangi bir işlem uygulanmayan bölümün yanına 'kontrol' olduğunu belirten 'K' harfi yazıldı. Yüzey hazırlama işlemleri uygulanırken herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol bölümleri izolasyon bandıyla kapatıldı. Yüzey hazırlama işlemleri uygulandıktan sonra kontrol bölümlerinde bulunan izolasyon

bantları dikkatli bir şekilde mine yüzeyinden uzaklaştırıldı. Bu araştırmada, uygulanan farklı yüzey hazırlama tekniklerinin minenin yüzey pürüzlülüğüne ve yapısal özelliklerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlandığı için bir dişe ait iki ayrı yüzey (test edilen yüzey ve kontrol yüzeyi) kullanıldı. Hazırlanan örnekler ölçüm zamanına kadar içerisinde distile su bulunan cam şişelerde oda sıcaklığında muhafaza edildi. Bu şekilde bir tarafına işlem uygulanmış diğer tarafı ise kontrol olarak bırakılmış mine yüzeyleri elde edilmiş oldu.

3.3.1.2. Bağlanma Dayanımı İncelenmesi için Dişlerin Hazırlanması

Dişlerin kök kısımları kuron kısımlarından Isomet hassas kesit alma cihazı (Şekil 3.2.1.) ve çift taraflı kesen elmas ince bıçak ile su soğutması altında ayrıldı. Daha sonra dişlerin kuron kısımlarının bukkal yüzeyleri sırasıyla 600, 1000 ve 1200 grit numaralı silikon karbid su geçirmez zımpara ile devir hızı dijital kontrollü ve 20-600 devir/dakika arasında ayarlanabilir hız seçimine sahip polisaj cihazında su soğutması altında düz yüzeyler haline getirildi. Elde edilen örnekler defekt varlığı ve dentin dokusunun açığa çıkması açısından stereomikroskop altında x40 büyütmeyle kontrol edildi. Hazırlanan mine örnekleri bukkal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde iç çapı 10 mm, yüksekliği 20 mm olan plastik silindir kalıplara tabanda kırmızı mum üzerine sabitlenerek yerleştirildi ve plastik kalıpların içi otopolimerizan akrilik rezin ile dolduruldu. Kalıplardan çıkarılan örnekler yüzey paralelliği açısından kontrol edildi. Mikro gerilim ve makaslama bağlanma dayanımı testleri için toplam 168 örnek hazırlandı (Şekil 3.3.1.). Hazırlanan örnekler ölçüm zamanına kadar içerisinde distile su bulunan cam şişelerde oda sıcaklığında muhafaza edildi.

3.3.2. Grupların Belirlenmesi

Elde edilen örnekler mine yüzey hazırlanma işlemlerine göre rastgele 7 farklı gruba ayrıldı (Tablo 3.3.1.).

Tablo 3.3.1. Gruplar ve uygulanan yüzey hazırlama işlemleri.

Gruplar	Uygulanan Yüzey Hazırlık İşlemleri
Asit	%37 fosforik asit
MSP	Er:YAG lazer ile MSP ayarı
QSP	Er:YAG lazer ile QSP ayarı
Air-Flow	Air-Polishing
MSP+Asit	Er:YAG lazer ile MSP ayarı + %37 fosforik asit
QSP+Asit	Er:YAG lazer ile QSP ayarı + %37 fosforik asit
Air-Flow+Asit	Air-Polishing + %37 fosforik asit

3.3.3. Mine Yüzeylerinin Hazırlanması

3.3.3.1. Asit ile Pürüzlendirme

Mine örneklerinde belirlenen çalışma alanı önce yıkanıp kurutuldu. Daha sonra %37 fosforik asit (N-etch, Kerr Italia, S.r.l., Scafati, Salerno, İtalya) üretici firmanın talimatları doğrultusunda 20 saniye süreyle uygulanarak yüzeyin hazırlanması sağlandı. Yüzey, asidin uzaklaştırılması için 20 saniye boyunca su ile yıkandı ve hava ile 10 saniye kurutuldu.

3.3.3.2. Lazer ile Pürüzlendirme

Mine örnekleri Er:YAG lazer cihazına takılan kontakt başlık (H14C) ve silindirik safir uç (Çap: 1.3 mm, Uzunluk: 8 mm) (Şekil 3.3.2.) ile mine yüzeyine 1 mm mesafede ve dik olacak şekilde horizontal hareketlerle 15 saniye boyunca iki farklı modu (pulse atım sayısı) kullanılarak aşağıda belirtilen parametrelerde hazırlandı (Tablo 3.3.2.).



Şekil 3.3.2. Er:YAG Lazer Cihazı.

Tablo 3.3.2. Er:YAG lazere ait parametreler.

<p><i>Medium-short pulse modu (MSP)</i></p>	<p><i>Quantum-square pulse modu (QSP)</i></p>	Atım Enerjisi	120 mJ
		Frekans	10 Hz
		Güç	1.2 W
		Su(%)	60
		Hava (%)	40
		Başlık	H14C (kontakt)
		Fiber uç	1.3 mm çap ve 8 mm uzunluğa sahip silindirik safir uç
		Uygulama Süresi	15 sn

3.3.3.3. Air-Polishing ile Pürüzlendirme

Mine yüzeyleri Air-Flow Master Piezon cihazı ve Air-flow Classic Powder basınçlı hava ve su ile (Şekil 3.3.3.) başlık mine yüzeyine 2 mm mesafede ve dik olacak şekilde horizontal hareketlerle 30 saniye boyunca aşağıda belirtilen parametrelerde hazırlandı (Tablo 3.3.3.).



Şekil 3.3.3. Air-Polishing Cihazı.

Tablo 3.3.3. Air-polishing sistemine ait parametreler.

<i>Air-Polishing</i>	Su püskürtme oranı	33.2 ± 1.7 mL/dk
	Hava püskürtme oranı	10.8 L/dk
	Uygulama süresi	30 sn

3.3.4. Hazırlanan Örneklerle Restoratif Materyalin Uygulanması

Mikro gerilim ve makaslama bağlanma dayanımı testlerinde kullanılmak üzere hazırlanan ve mine yüzey hazırlama işlemleri uygulanmış diş yüzeylerine

pürüzlendirme ve yıkama sonrası geleneksel bir adeziv sistem ve nanohibrit bir akışkan kompozit uygulandı (Şekil 3.3.4.).

Yüzey hazırlama işlemleri tamamlanan örneklerin yüzeyleri 3 saniye boyunca hafif bir şekilde kurutulurken OptiBond FL setinde bulunan Prime 15 saniye boyunca küçük fırça ile mine yüzeyine uygulandı ve sonrasında 5 saniye düşük basınçlı hava uygulandı. Daha sonra 15 saniye boyunca küçük fırça ile Adhesive uygulandı ve 3 saniye düşük basınçlı hava ile mine yüzeyine yayılması sağlanarak inceltildi. Sonrasında ışık cihazı ile (Şekil 3.2.4.) 20 saniye polimerize edildi.

Adeziv sistemin uygulandığı mine yüzeylerine 3 mm çapında ve 4 mm yüksekliğinde boşluklara sahip standart teflon kalıplar yerleştirildi. Bu boşluklara nanohibrit akışkan kompozit olan Tetric N-Flow 2 mm'lik tabakalar halinde uygulandı ve 20 saniye boyunca ışık cihazı ile polimerize edildi. Kompozit restorasyon etrafındaki kalıp dikkatli bir şekilde çıkarılarak ışık cihazı ile 20 saniye daha polimerize edildi. Daha sonra elde edilen örneklerde yüzey paralelliğinin sağlanmasına ve kompozit artıklarının bulunmamasına dikkat edildi.



Şekil 3.3.4. Kullanılan restoratif materyaller.

3.3.5. Kullanılan Testler

3.3.5.1.Yüzey Pürüzlülüğü Analizi

Yüzey pürüzlülüğü analizi için her gruptan 20 mine örneği kullanıldı. Her bir mine örneğinin kontrol ve test edilen bölümleri olmak üzere 2 farklı yüzeyden ölçümler yapıldı. Mine örneklerinin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için SurfTest SJ-210 cihazı (Şekil 3.3.5.) kullanıldı. Cihazın 5 µm yarıçapa sahip elmas iğnesi ile mine yüzeylerinde 0.5 mm/sn sabit hızla horizontal yönde hareketler sonucu pürüzlülük değerleri elde edildi. Her bir ölçüm öncesinde cihazın kalibrasyonu üreticinin tavsiyeleri doğrultusunda yapıldı. Her bir örneğin yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin doğruluğunu saptamak için örnek yüzeyinin rastgele seçilen 3 farklı noktasından ölçüm yapıldı ve her bir ölçüm 3 kez tekrar edildi, sonrasında elde edilen değerler mikrometre cinsinden kaydedildi. Değerlendirmeler bu 3 değer aritmetik ortalaması (R_a =Roughness average) alınarak yapıldı.

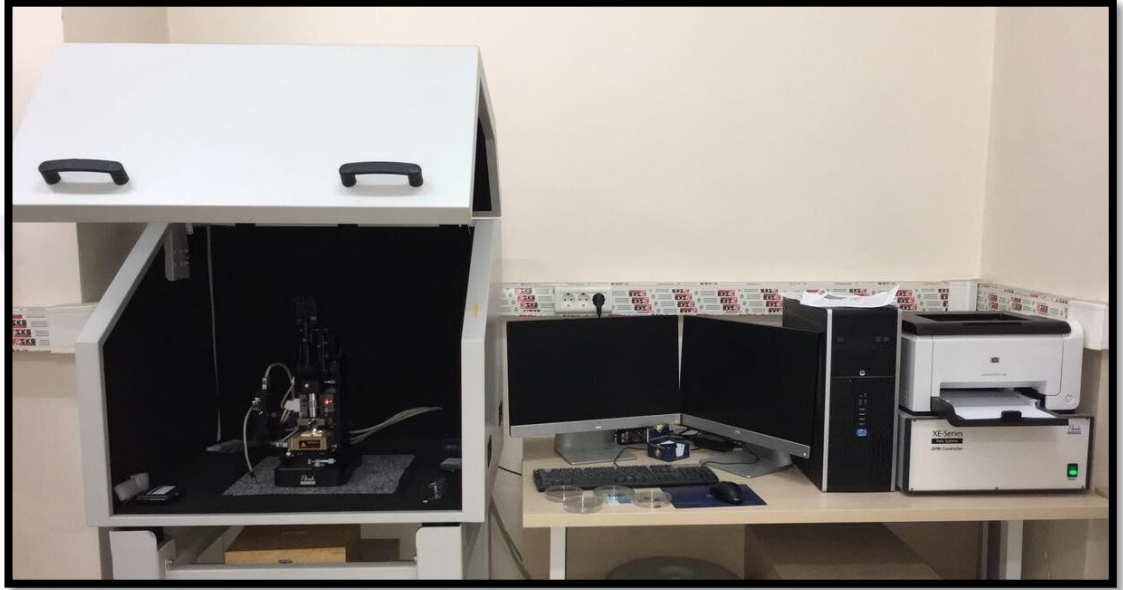


Şekil 3.3.5. Yüzey profilometresi.

3.3.5.2.Atomik Kuvvet Mikroskobu Analizi

Atomik kuvvet mikroskobu analizi için her gruptan 1 mine örneği kullanıldı. Her bir mine örneğinin kontrol ve test edilen bölümleri olmak üzere 2 farklı yüzeyinden ölçümler yapıldı. Mine örneklerinin yüzey topografisi AFM XE-100 (Şekil 3.3.6.) ile incelendi. AFM, mine yüzeylerinde kristal silikon uç yardımıyla

non-kontakt modda kullanıldı. Her bir örnek için örnek yüzeyinin rastgele seçilen 10 μm X 10 μm 'luk iki farklı alanında tarama gerçekleştirildi. Taranan bu alanların üç boyutlu yüzey görüntüsü ve rakamsal olarak yüzey pürüzlülüğü elde edildi. Yüzey pürüzlülüklerini belirten görüntüler 0.5 Hz tarama hızı ve 256 X 256 piksel çözünürlük ile kaydedildi. Değerlendirmeler; elde edilen verilerin aritmetik ortalaması (R_a) ve ortalama pürüzlülük karelerinin karekökü (RMS, R_q) üzerinden belirlendi.



Şekil 3.3.6. Atomik Kuvvet Mikroskobu.

3.3.5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi Analizi

Farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine yüzeylerinde oluşturduğu yapısal değişiklikler için her gruptan 1 mine örneği kullanılarak taramalı elektron mikroskobu - enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi analizi yapıldı. Her bir mine örneğinin kontrol ve test edilen bölümleri olmak üzere 2 farklı yüzeyden ölçümler yapıldı. Mine örneklerinin SEM-EDS incelenmeleri SEM SU-1510 cihazı (Şekil 3.3.8.) ile yapıldı. Örnekler, çift taraflı karbon yapışkan ile diskler üzerine sabitlendi. SEM değerlendirmeleri için mine örnekleri önce 50 \AA kalınlığında altın-paladyum ile Denton Vacuum Desk V Cold Sputter/EtchUnit cihazında (Şekil 3.3.7.) kaplandı. Kaplama işlemi 30 mA akım kullanılarak 0,05 tor bir vakum basıncı altında 60 saniye süreyle gerçekleştirildi. Dijital görüntüler 10 kV'de çalışan ışın ile farklı büyütme oranlarında (x2000 ve x5000) elde edildi. Uygulanan mine yüzey hazırlama

yönteminin herhangi bir işlem uygulanmayan mine yüzeyine göre yüzey özellikleri incelendi.

Aynı mine örneklerinde mineral içeriği ve ağırlık olarak % değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla EDS analizleri uygulandı. Mine yüzeyinin her iki yarısına yapılan yüzey element analizi ile her bir yüzeyin rastgele seçilen 6 farklı noktası değerlendirilerek ağırlıkça % Ca, % P, % Na ve % O oranları hesaplandı. Elde edilen tüm değerler yazılı çıktı alınarak kaydedildi.



Şekil 3.3.7. Altın-paladyum kaplama cihazı.

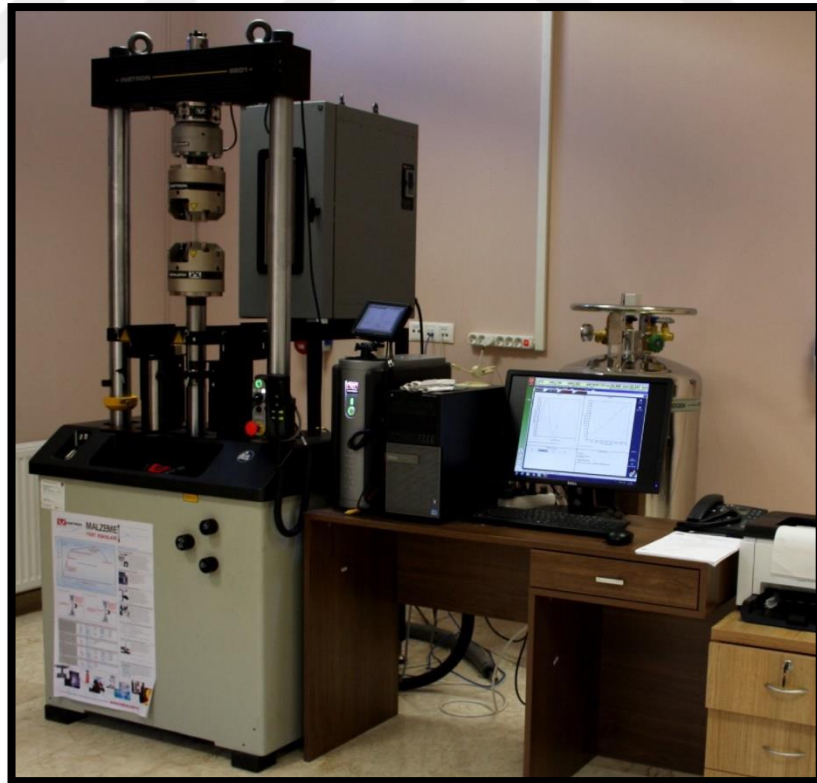


Şekil 3.3.8. Taramalı elektron mikroskobu - Enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi.

3.3.5.4. Bağlanma Dayanımı Testi

3.3.5.4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi

Makaslama bağlanma dayanımı için her gruptan 20 örnek üniversal test cihazında (Şekil 3.3.9.) analiz edildi. Örnekler yardımcı metal parçalara yerleştirilerek hareket etmeyecek şekilde sabitlendi. Cihaza bağlı, 0.5 mm kalınlıkta ve yuvarlatılmış ayırıcı uç; diş yüzeyine paralel, kompozit rezin ve mine bağlantı yüzeyine dik olacak, mine yüzeyine en yakın mesafede ancak temas etmeyecek şekilde yerleştirildi. Ayırıcı uç, örneklerde bağlanma başarısızlığı meydana gelene kadar 0.5 mm/dk çapraz hızla uygulandı. Örneklerde meydana gelen kopma değerleri cihaza bağlı bilgisayar ile Newton cinsinden kaydedildi ve sonrasında Megapascal'a (mPa) çevrildi. Tüm örnekler analiz edildikten sonra kırılma tiplerinin belirlenebilmesi için stereomikroskop ile x40 büyütmede incelendi. Kopma tipleri; adeziv sistemde meydana geldiyse adeziv, mine veya kompozit rezinde meydana geldiyse koheziv ve hem adeziv hem koheziv bir aradaysa karışık kopma olmak üzere 3 farklı şekilde tanımlandı.



Şekil 3.3.9. Üniversal test cihazı.

3.3.5.4.2. Mikro Gerilim Bağlanma Dayanımı Testi

Mikro gerilim bağlanma dayanımı testi için her grup için hazırlanan örneklerden öncelikle hassas kesit alma cihazı ve çift taraflı kesen elmas ince bıçak ile su soğutması altında 1 X 1 X 4 mm boyutlarında çubuklar elde edildi. Mikro gerilim bağlanma dayanımı testi için Microtensile Test Cihazı MTD-500 (Şekil 3.3.10.) kullanıldı. Elde edilen çubuklar cihazın metal tutucu parçasına siyanoakrilat esaslı bir yapıştırıcı ile iki ucundan sabitlendi. Üreticinin talimatları doğrultusunda cihazın kalibrasyonu yapılarak örneklere 1 mm/dk hız uygulanarak kopma meydana gelene kadar çekme kuvveti uygulandı. Elde edilen değerler Newton cinsinden kaydedildi, sonrasında Megapaskal'a dönüştürüldü. Kopma tiplerinin belirlenmesi için örnekler stereomikroskopla incelendi.



Şekil 3.3.10. Mikro gerilim test cihazı.

3.3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Analizler sonucu elde edilen tüm verilerin istatistiksel değerlendirmeleri SPSS 21.0 istatistik programı (Statistical Package for Social Sciences - Version 21.0, SPSS, Chicago, ABD) ile gerçekleştirildi. Bağımlı iki grup karşılaştırması normal dağılım gösteren değişkenler için iki eş arasındaki farkın anlamlılık testiyle, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Wilcoxon testiyle incelendi. Normal dağılım gösteren değişkenler için gruplar arasında fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi ve grupların ikili karşılaştırılması Bonferroni testi ile; normal dağılım

göstermeyen değişkenler için ise Kruskal-Wallis analizi ve grupların ikili karşılaştırılması Mann Whitney U testi ile yapıldı. Tanımlayıcı istatistik olarak; aritmetik ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerler verildi. $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



4. BULGULAR

Farklı yüzey hazırlama yöntemlerinin minede meydana getirdiği değişikliklerin ve bir akışkan kompozit rezin materyalin mineye bağlanma dayanımının araştırıldığı bu çalışmada elde edilen bulgular;

- Yüzey pürüzlülük analizine ait bulgular
- AFM analizine ait bulgular
- SEM-EDS analizine ait bulgular
- Bağlanma dayanımı testine ait bulgular

başlıkları altında sunuldu.

4.1.Yüzey Pürüzlülük Analizine Ait Bulgular

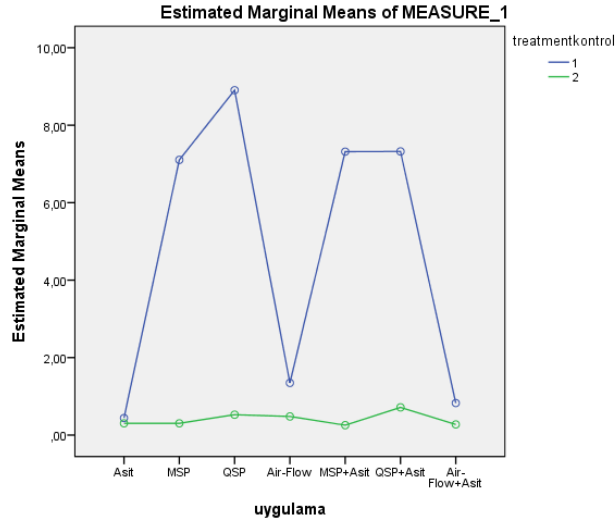
Farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanarak hazırlanan mine yüzeylerinin yüzey pürüzlülük analizi sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde en yüksek R_a değerleri QSP grubuna ait mine yüzeylerinde olduğu gözlemlendi. En düşük R_a değerleri ise kontrol gruplarından ölçüldü. Tüm yüzey hazırlama tekniklerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri (aritmetik ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerler) Tablo 4.1.1.'de gösterildi.

Tablo 4.1.1. Yüzey pürüzlülük analizine ait veriler.

Gruplar		N	R_{max}	R_{min}	$R_{ortanca}$	$R_a \pm SD$
Asit	Kontrol	20	0,319	0,293	0,302	0,304±0,01
	Test		0,582	0,384	0,408	0,436±0,12
MSP	Kontrol	20	0,365	0,276	0,299	0,316±0,04
	Test		8,773	5,881	8,198	7,438±0,40
QSP	Kontrol	20	0,699	0,376	0,459	0,496±0,16
	Test		9,610	8,702	8,992	9,045±0,43
Air-Flow	Kontrol	20	0,643	0,341	0,438	0,471±0,14
	Test		2,153	0,780	1,028	1,283±0,79
MSP+Asit	Kontrol	20	0,296	0,203	0,243	0,253±0,03
	Test		8,058	6,817	7,097	7,257±0,67
QSP+Asit	Kontrol	20	0,880	0,585	0,766	0,748±0,08
	Test		8,091	6,706	7,336	7,346±0,53
Air-Flow+Asit	Kontrol	20	0,300	0,196	0,271	0,259±0,02
	Test		0,892	0,684	0,814	0,798±0,05

Herhangi bir yüzey hazırlama işlemi uygulanmayan tüm grupların 'kontrol' alt gruplarına ait mine yüzeylerinin pürüzlülük değerleri tüm gruplarda 'test' alt gruplarına kıyasla istatistiksel olarak önemli ölçüde daha düşük bulundu. Ayrıca

yüzey hazırlama işlemlerinin yüzey pürüzlülük değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulundu.



Grafik 4.1.1. Tüm gruplara ait 'kontrol' ve 'test' alt grupları arasındaki yüzey pürüzlülük değerleri artışı.

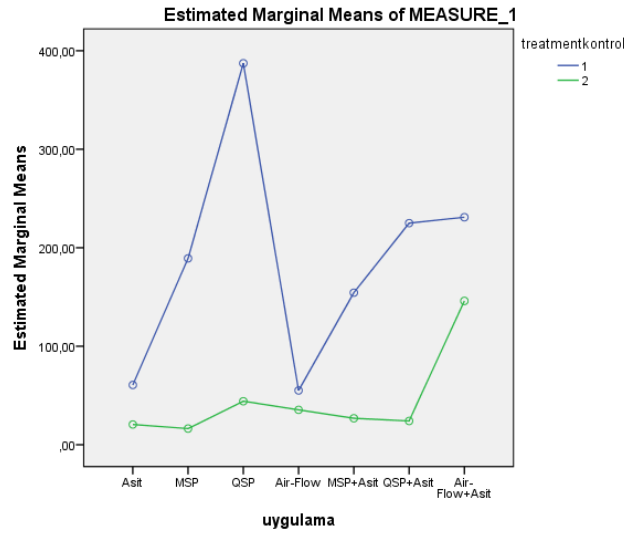
Grafik 4.1.1.'de de görüldüğü gibi Asit, Air-Flow ve Air-Flow+Asit gruplarına ait 'kontrol' ve 'test' alt gruplarında yüzey pürüzlülük değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Öte yandan, MSP, QSP, MSP+Asit ve QSP+Asit gruplarına ait 'kontrol' ve 'test' alt gruplarında yüzey pürüzlülük değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu.

Bonferroni testine göre; Asit, Air-Flow, Air-Flow+Asit grupları arasında yüzey pürüzlülük değerlerindeki artış anlamlı bulunmadı. Ayrıca, MSP, QSP, MSP+Asit, QSP+Asit grupları arasında da yüzey pürüzlülük değerlerindeki artış anlamlı bulunmazken Asit, Air-Flow ve Air-Flow+Asit gruplarına göre anlamlı bulundu. Buna ek olarak, QSP ve QSP+Asit grupları arasındaki fark anlamlı bulunmazken bu iki grup dışındaki tüm gruplardan istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı olduğu gözlemlendi. Yüzey pürüzlülük değerlerindeki en büyük artış QSP grubuna mine örneklerinden elde edildi.

4.2.AFM Analizine Ait Bulgular

Yüzey hazırlama işlemi uygulanan grupların her birinde örneklerin yüzeylerinde 10 µm X 10 µm alanlar incelendi. Elde edilen görüntülerde koyu renklerle gösterilen alanlar çukur alanları, açık renklerle gösterilen alanlar ise tepeleri ifade etmektedir.

Farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanarak hazırlanan mine yüzeylerinin AFM analizi sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde en yüksek ortalama yüzey pürüzlülük değerleri yüzey profilometre analizi sonuçlarıyla örtüşen QSP grubuna ait mine yüzeylerinde olduğu gözlemlendi. En yüksek R_q değerleri QSP grubuna ait mine yüzeylerinde gözlenirken en düşük R_q değerleri ise kontrol gruplarından ölçüldü. Yüzey hazırlama tekniklerine ait tüm yüzeyin pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalamasını ifade eden R_a ve tüm yüzey boyunca değerlendirilen yüzeyin geometrik ortalama pürüzlülük değerini ifade eden R_q değerleri Tablo 4.2.1.'de gösterildi. Ayrıca incelenen mine yüzeylerinin üç boyutlu yüzey görüntüsü elde edildi.



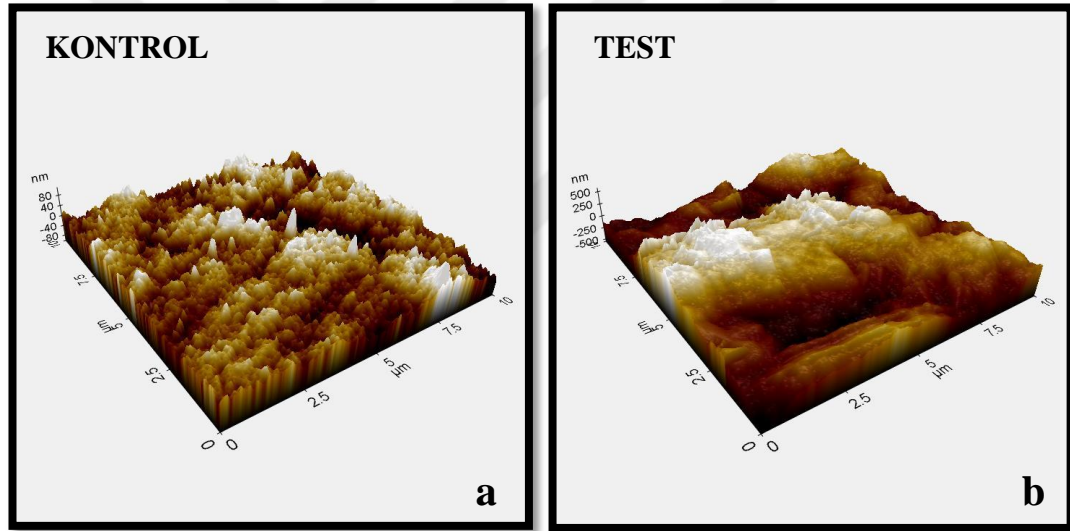
Grafik 4.2.1. Tüm gruplara ait 'kontrol' ve 'test' alt grupları arasındaki yüzey pürüzlülük değerleri artışı.

Tablo 4.2.1. AFM analizine ait veriler.

Gruplar		Ortalama	
		R_a	R_q
Asit	Kontrol	16,552	20,472
	Test	28,013	60,601
MSP	Kontrol	13,311	16,748
	Test	311,210	344,045
QSP	Kontrol	37,260	48,577
	Test	332,012	398,321
Air-Flow	Kontrol	23,873	30,390
	Test	36,565	46,377
MSP+Asit	Kontrol	19,845	26,894
	Test	123,373	139,845
QSP+Asit	Kontrol	19,598	24,266
	Test	195,074	243,901
Air-Flow+Asit	Kontrol	121,925	145,438
	Test	196,733	218,983

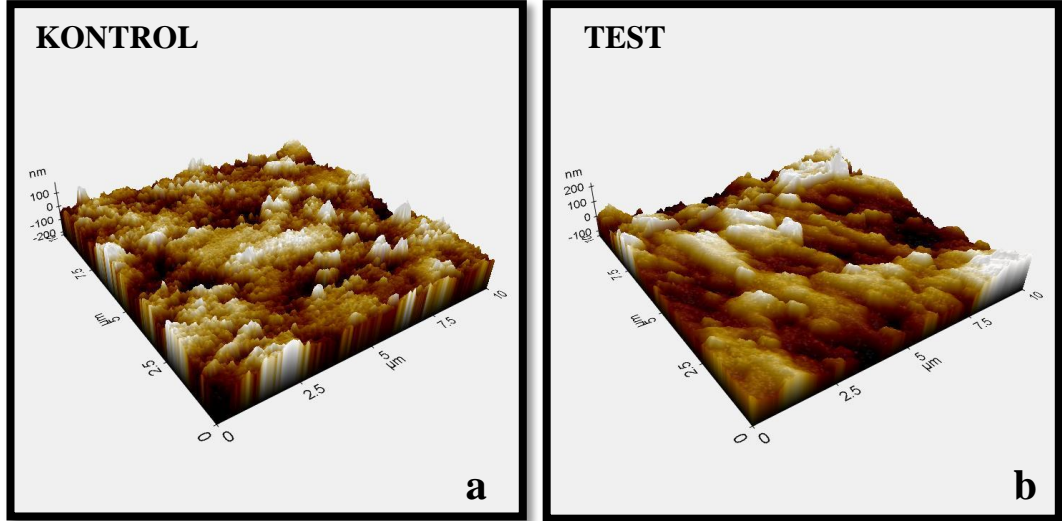
Grafik 4.2.1.'de görüldüğü gibi AFM analizi sonucu elde edilen pürüzlülük değerlerinin yüzey hazırlama işlemi sonrasında meydana gelen değişiklikler yüzey profilometre analizi sonuçlarıyla örtüştüğü gözlemlendi. Yüzey hazırlama işlemlerinin tüm gruplarda yüzey pürüzlülük değerlerinin artışı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulundu. MSP, QSP, MSP+Asit, QSP+Asit gruplarında yüzey pürüzlülük değerlerindeki artış anlamlı bulundu. Bununla birlikte yüzey pürüzlülük değerlerindeki artışın en fazla olduğu grubun QSP grubu olduğu gözlemlendi.

Herhangi bir yüzey hazırlama işlemi uygulanmayan 'kontrol' gruplarına ait mine yüzeylerinin AFM ile incelenmesi sonucu mine kristallerinin sıg ve düzenli bir şekilde yüzeyde dizildiği görüldü. Asit grubuna ait 'test' örneklerinin yüzeylerinde mine kristallerinin düzensiz bir şekilde sıralandığı ve kristallerin çözünmesine bağılı olarak bölgesel boşlukların oluştuğu gözlemlendi (Şekil 4.2.1.).

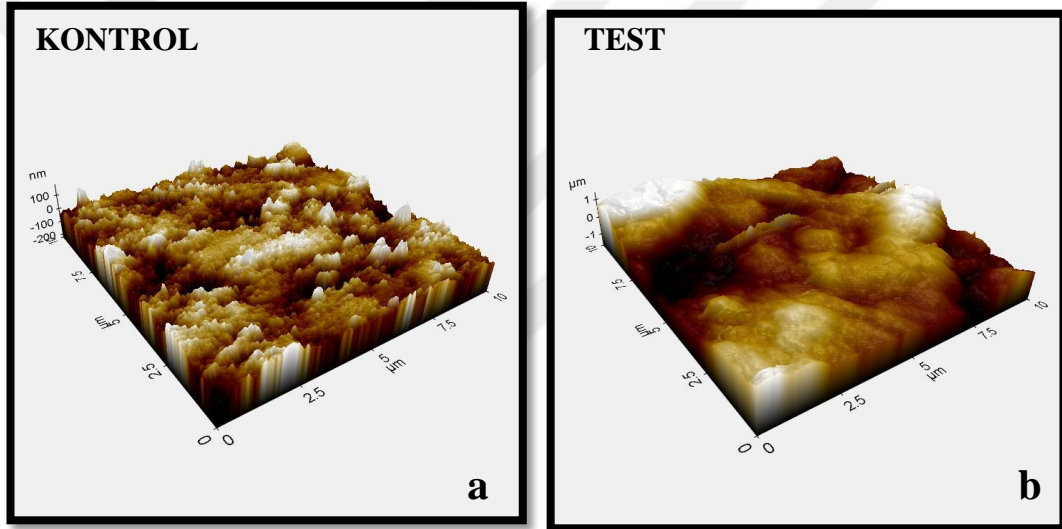


Şekil 4.2.1. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: Asit grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).

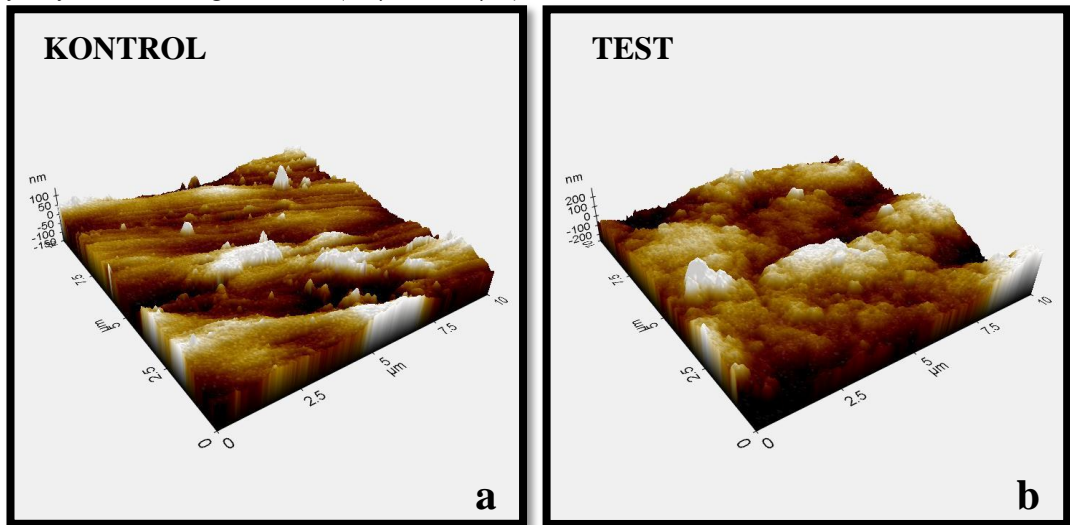
MSP ve QSP gruplarına ait 'test' örneklerinin yüzey görüntüleri incelendiğinde düzensiz hafif derinliklerin mevcut olduğu görüldü. Ayrıca yalnızca lazer uygulanan mine yüzeylerinde yer yer mikro çatlaklar olduğu gözlemlendi. Air-Flow grubuna ait 'test' örneklerinin yüzeylerinde düzensiz ve homojen olmayan şekilsiz bir yapı görüldü (Şekil 4.2.2., Şekil 4.2.3., Şekil 4.2.4.).



Şekil 4.2.2. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve **b:** MSP grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 μm X 10 μm).

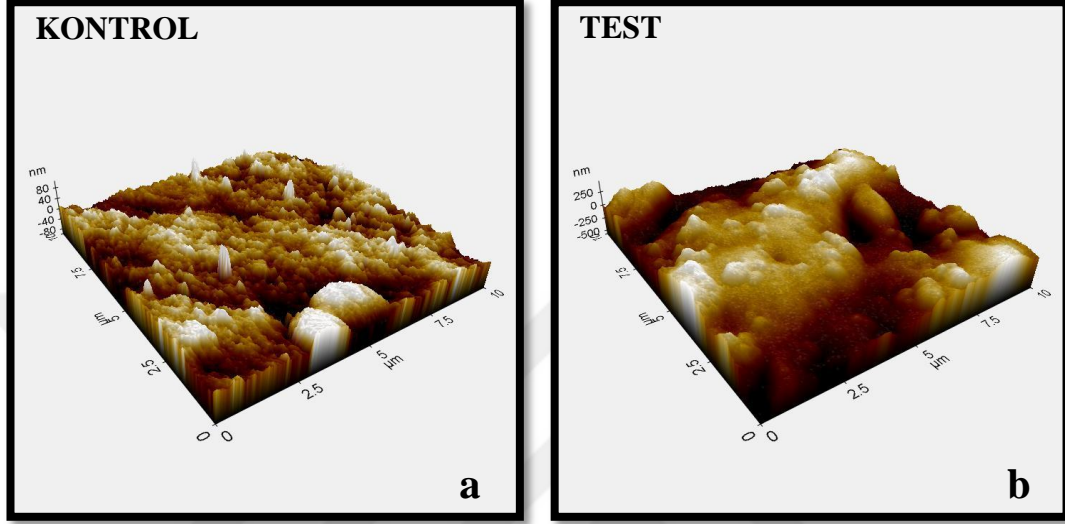


Şekil 4.2.3. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve **b:** QSP grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 μm X 10 μm).

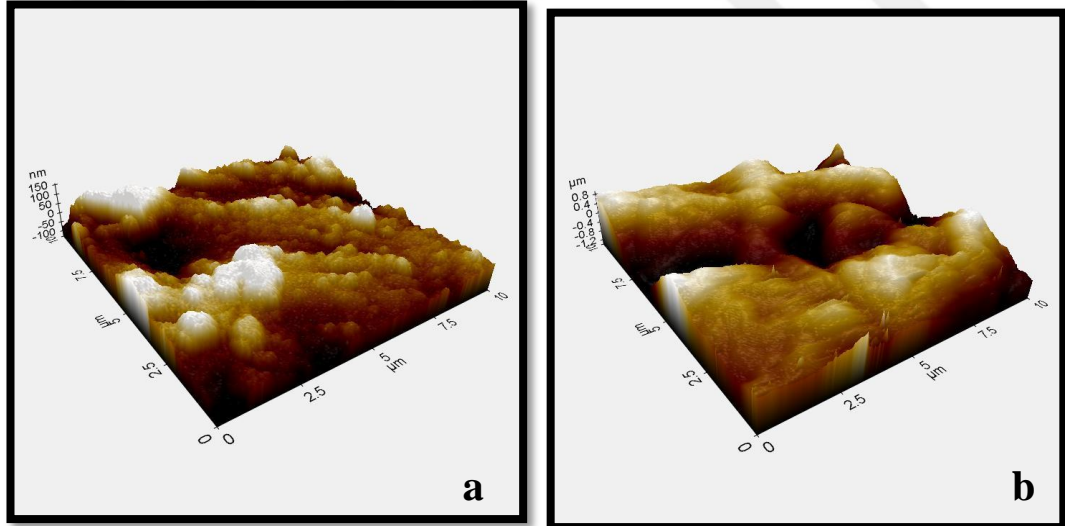


Şekil 4.2.4. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve **b:** Air-Flow grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 μm X 10 μm).

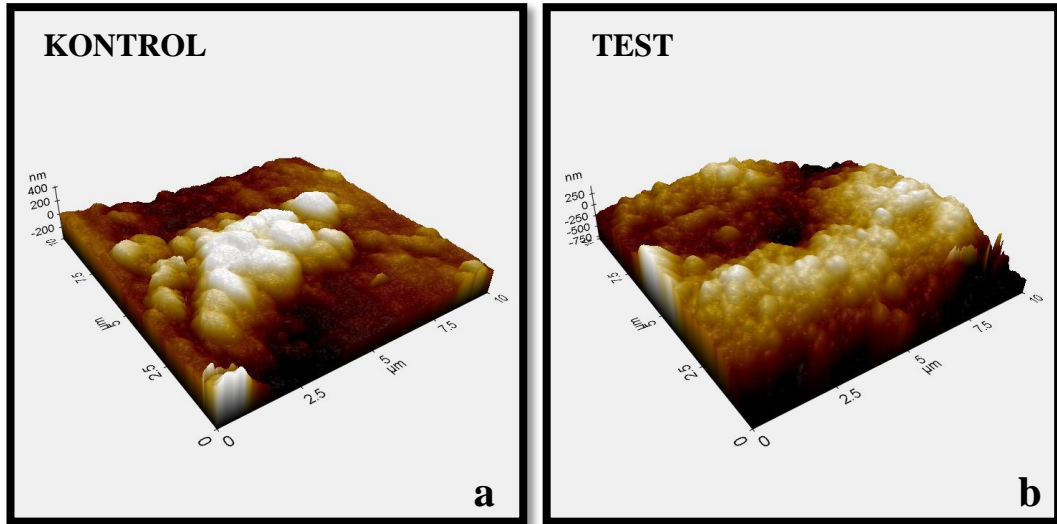
MSP+Asit ve QSP+Asit gruplarına ait 'test' örneklerinde yalnızca asit uygulanan örneklere kıyasla daha düzenli bir pürüzlülük yapısı izlendiği görüldü. Air-Flow+Asit gruplarına ait 'test' örneklerinde ise lazer kullanılan örneklere kıyasla daha az pürüzlü ancak Air-Flow grubuna ait örneklere kıyasla daha düzensiz bir yapı oluştuğu gözlemlendi (Şekil 4.2.5., Şekil 4.2.6., Şekil 4.2.7.) .



Şekil 4.2.5. **a:** Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve **b:** MSP+Asit grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).



Şekil 4.2.6. **a:** Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve **b:** QSP+Asit grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).

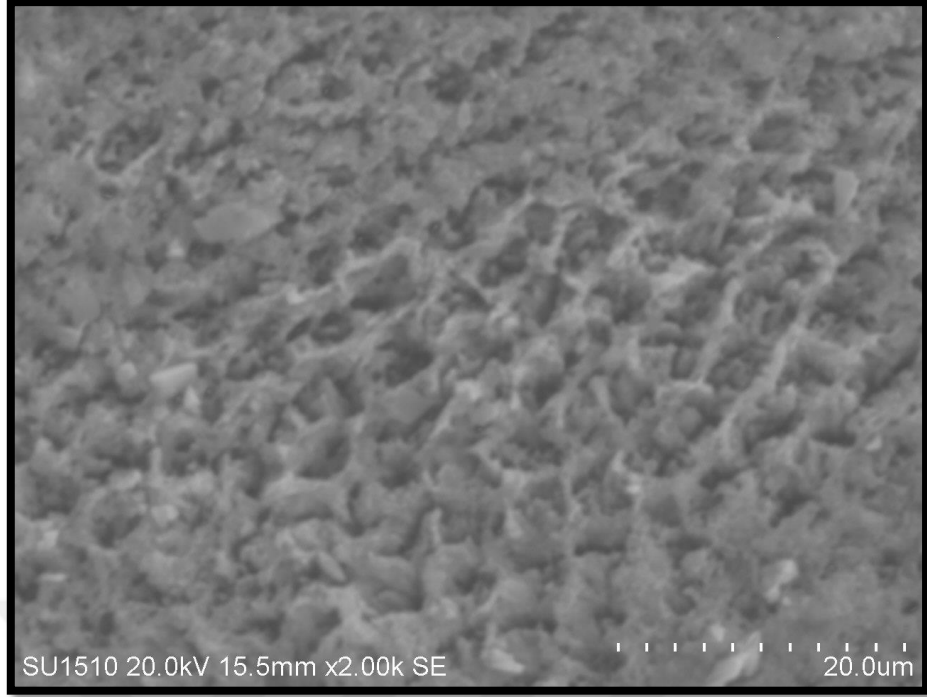


Şekil 4.2.7. a: Herhangi bir işlem uygulanmayan (Kontrol) ve b: Air-Flow+Asit grubuna ait (Test) mine yüzeylerinin AFM görüntüleri (10 µm X 10 µm).

4.3.SEM-EDS Analizine Ait Bulgular

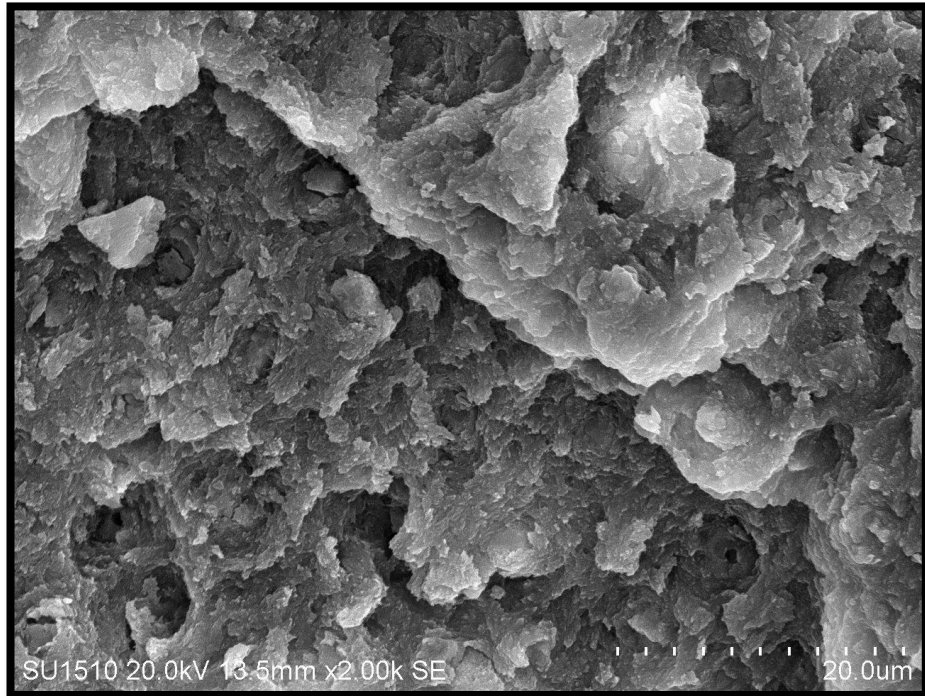
Farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanarak hazırlanan tüm gruplara ait örnekler öncelikle SEM ile incelenerek x2000 ve x5000 büyütmelerde görüntüler elde edildi. SEM ile değerlendirilen mine örneklerinde farklı yüzey hazırlama tekniklerinin yüzeydeki minerallerin miktarı ve dağılımına etkisinin değerlendirilebilmesi amacıyla uygulanan EDS analizlerine ait bulguların ortalama değerleri Tablo 4.3.1’de gösterildi.

Yapılan SEM değerlendirmesinde, farklı yüzey hazırlama işlemleri uygulanan mine yüzeylerinde farklı morfolojik değişiklikler olduğu görüldü. Asit grubuna ait ‘test’ örneklerinin yüzeylerinde bal peteği görünümü belirgin bir şekilde izlendi. Mine kristallerinin çözündüğü ve prizmalar arasında oluşan boşluklar gözlemlendi (Şekil 4.3.1.).

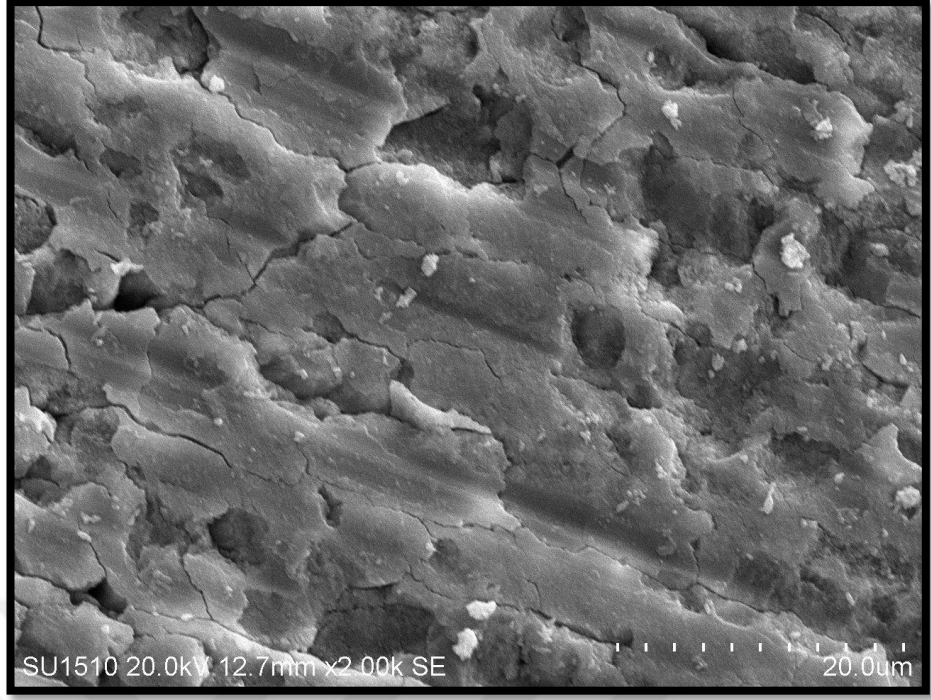


Şekil 4.3.1. Asit grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).

MSP ve QSP gruplarına ait 'test' örneklerinin SEM görüntülerinde mine yüzeylerinde çözünme sonucu oluşan boşlukların tıkandığı ve krater şeklinde düzensizliklerin izlendiği görüldü (Şekil 4.3.2., Şekil 4.3.3.).

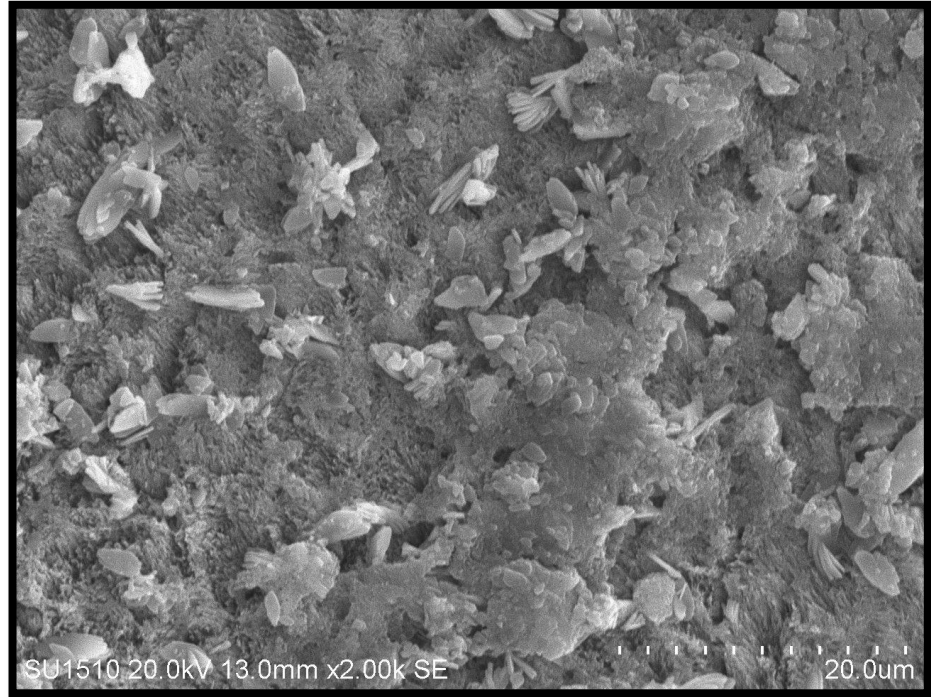


Şekil 4.3.2. MSP grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).



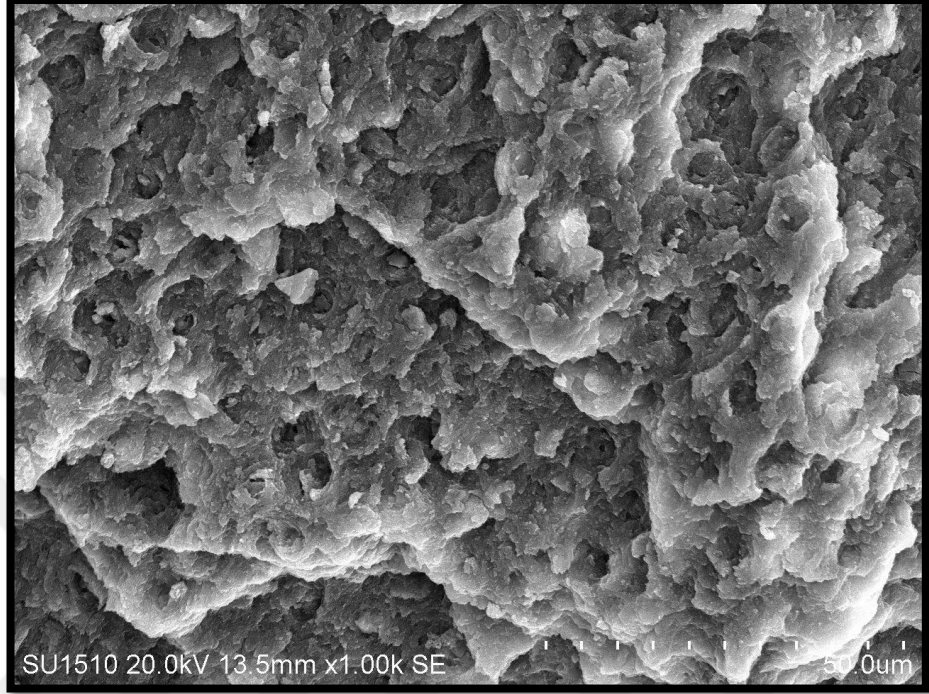
Şekil 4.3.3. QSP grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).

Air-Flow grubuna ait 'test' örneklerinin SEM görüntülerinde kullanılan Air-flow Classic Powder içeriğinden kaynaklanan partiküllerin mine yüzeyinde smear tabakası oluşturduğu gözlemlendi (Şekil 4.3.4.).

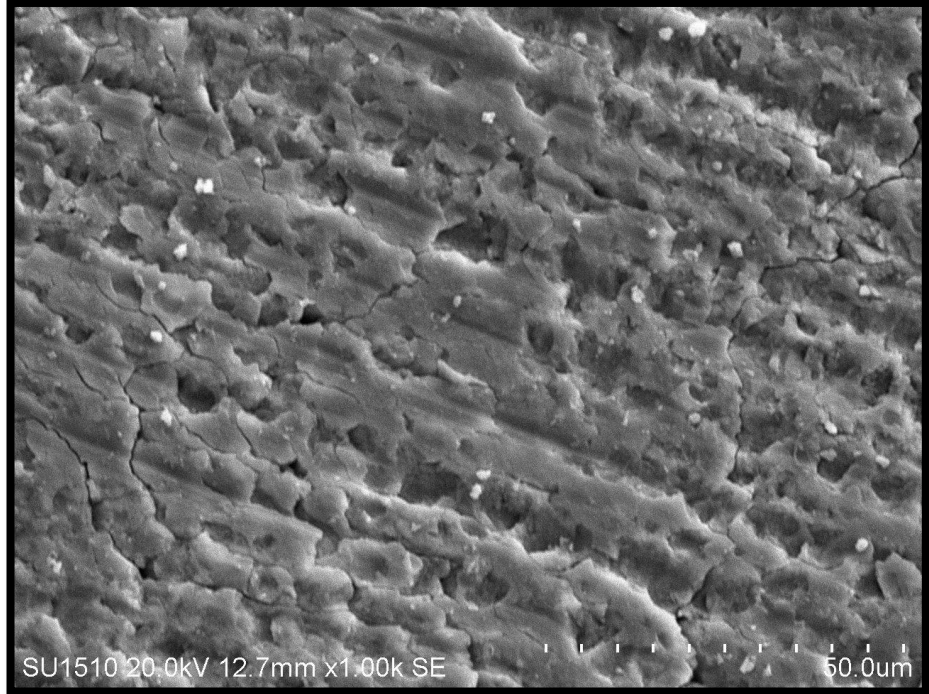


Şekil 4.3.4. Air-Flow grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).

MSP+Asit ve QSP+Asit gruplarına ait 'test' örneklerinin SEM görüntülerinde mine yüzeylerinde düzensiz kraterler ile birlikte kristallerin çözünmesi sonucu oluşan boşlukların bir kısmının tıkalı olduğu bir kısmının ise bal peteği görünümünde olduğu izlendi (Şekil 4.3.5., Şekil 4.3.6.).

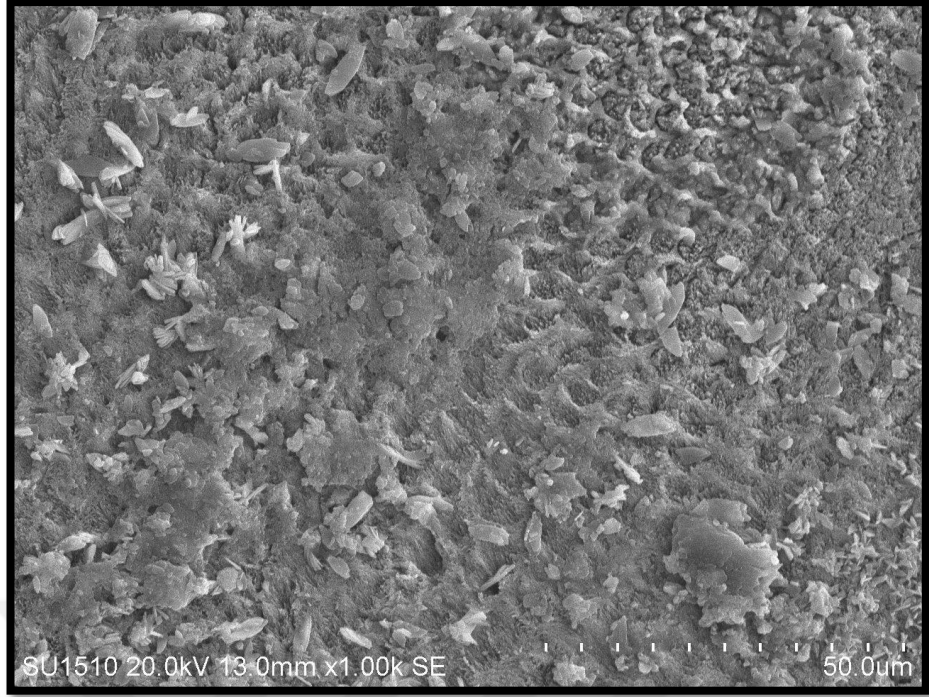


Şekil 4.3.5. MSP+Asit grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).



Şekil 4.3.6. QSP+Asit grubuna ait SEM görüntüsü (x2000)

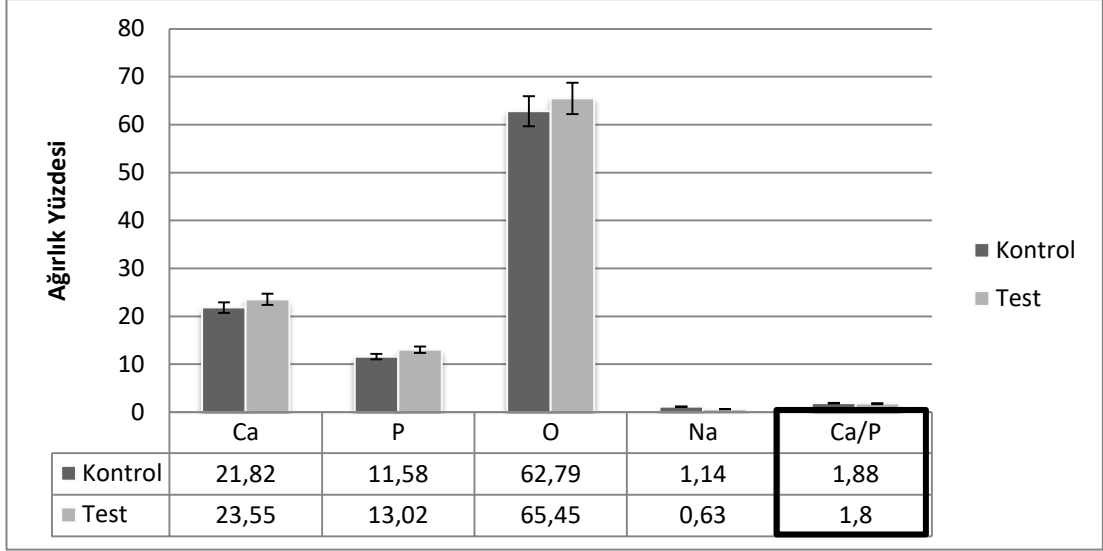
Air-Flow+Asit grubuna ait 'test' örneklerinin SEM görüntülerinde bir miktar smear tabakası ile birlikte düzensiz bir bal peteği görünümü izlendi (Şekil 4.3.7.).



Şekil 4.3.7. Air-Flow+Asit grubuna ait SEM görüntüsü (x2000).

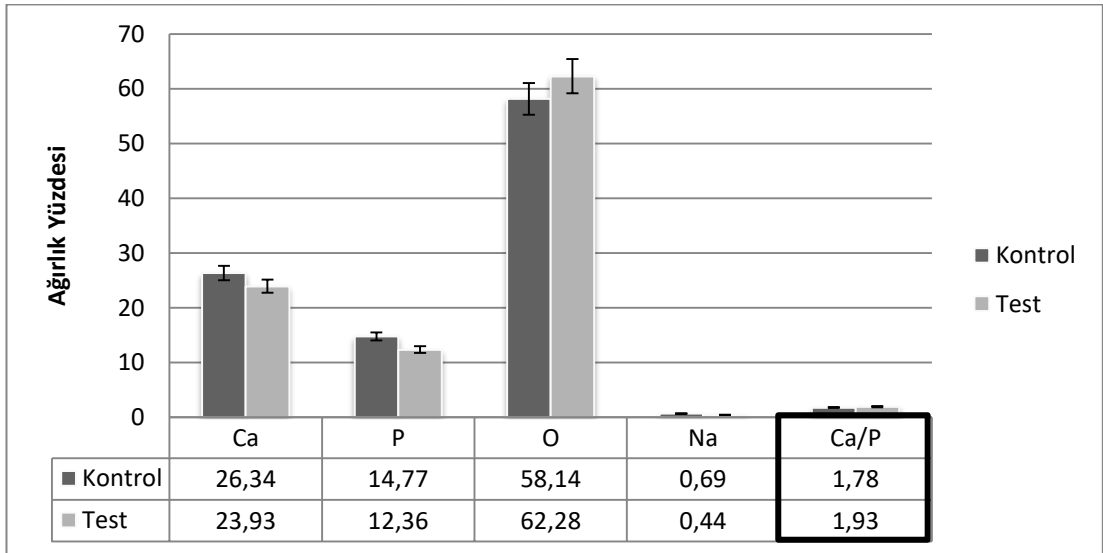
Normal dağılım göstermeyen verilere, non-parametrik test olan Wilcoxon testi yapıldı. Tüm gruptaki elementlerin (Ca, O, P, Na) ağırlık ve atomik yüzdeleri ve Ca/P oranları, kontrol ve test grupları ile karşılaştırıldı ve aralarında fark olup olmadığı değerlendirildi.

Asit grubuna ait 'kontrol' ve 'test' örneklerinin EDS analizinin değerlendirilmesi sonucu mine yüzeyine asit uygulamanın Ca, P ve O elementlerinin ağırlık yüzdelerine artışa sebep olduğu; Na elementinin ağırlık yüzdesinde ve Ca/P oranında azalmaya sebep olduğu görüldü. Ancak bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Grafik 4.3.1.).

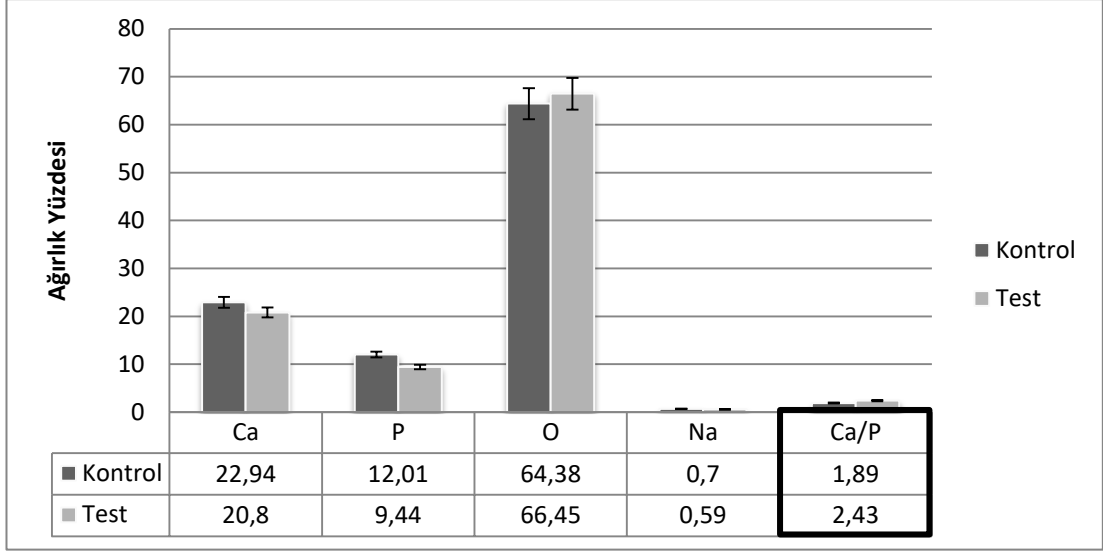


Grafik 4.3.1. Asit grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.

MSP ve QSP gruplarına ait 'kontrol' ve 'test' örneklerinin EDS analizlerinin değerlendirilmesi sonucu mine yüzeylerine Er:YAG lazerin MSP ve QSP ayarlarında uygulanmasının Ca, P ve Na elementlerinin ağırlık yüzdelerinde azalmaya neden olduğu O elementinin yüzdesinde ve Ca/P oranında ise artışa neden olduğu gözlemlendi. MSP ve QSP gruplarında Ca/P oranındaki artışın diğer gruplara oranla istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görüldü (Grafik 4.3.2. ve Grafik 4.3.3.).

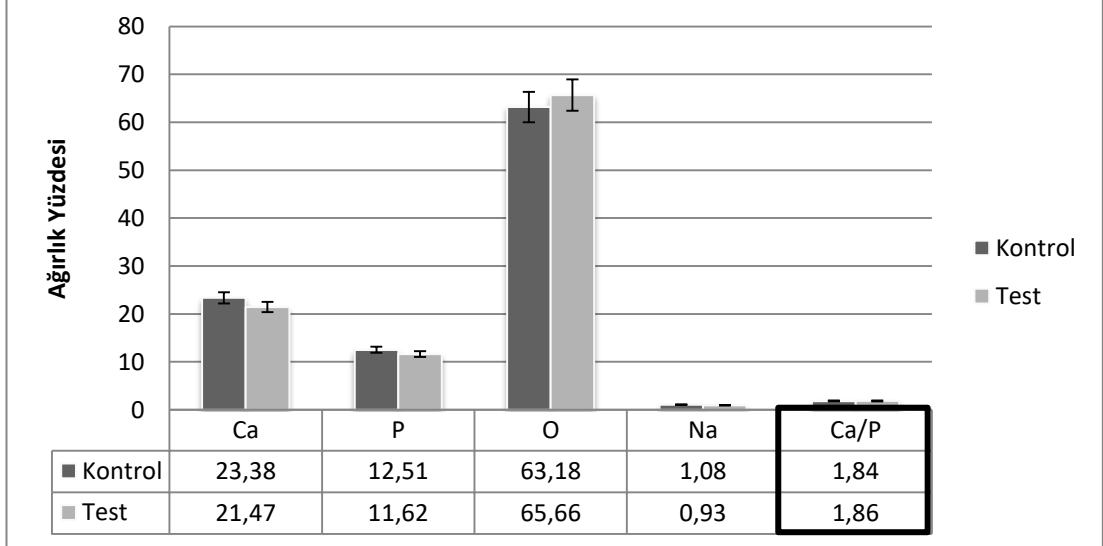


Grafik 4.3.2. MSP grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.



Grafik 4.3.3. QSP grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.

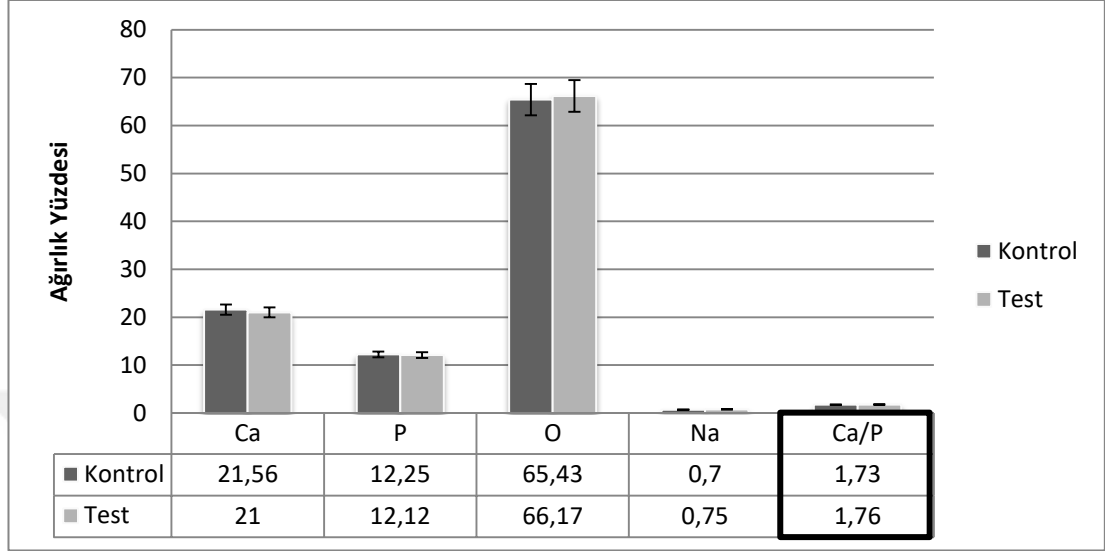
Air-Flow grubuna ait 'kontrol' ve 'test' örneklerinin EDS analizlerinin değerlendirilmesi sonucu mine yüzeylerinin air-polishing sistemi ile hazırlamanın Ca, P ve Na elementlerinin ağırlık yüzdelerinde azalmaya sebep olduğu ve O elementinin ağırlık yüzdesinde ve Ca/P oranında ise artışa neden olduğu ancak bu değişikliklerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlemlendi (Grafik 4.3.4.).



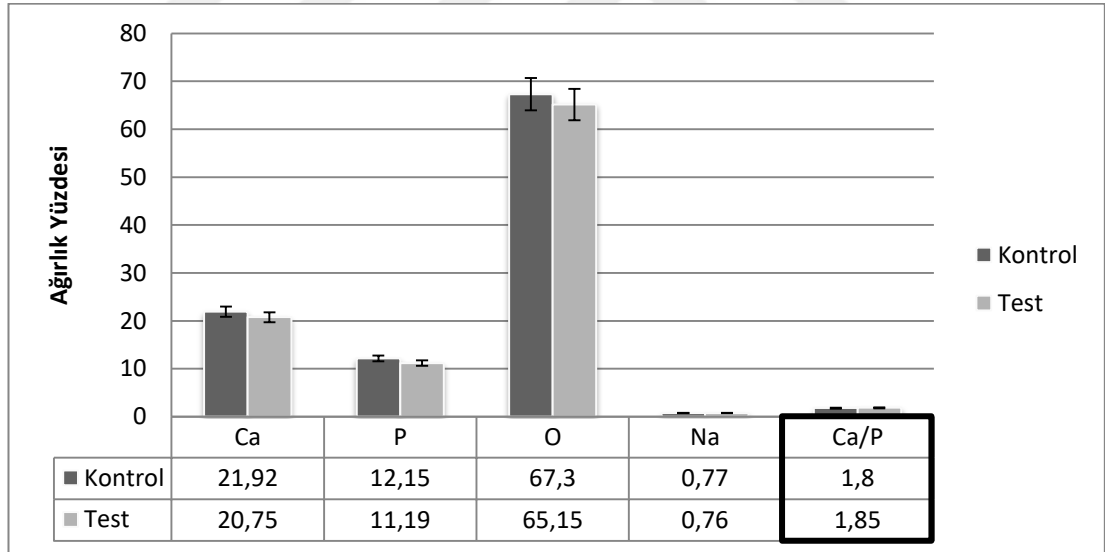
Grafik 4.3.4. Air-Flow grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.

MSP+Asit grubuna ait 'kontrol' ve 'test' örneklerinin EDS analizlerinin değerlendirilmesi sonucu mine yüzeylerine Er:YAG lazerin MSP ayarı ile birlikte asit uygulanmasının Ca ve P elementlerinin ağırlık yüzdelerinde azalmaya neden olduğu ve O ve Na elementlerinin ağırlık yüzdelerinde ve Ca/P oranında artışa neden olduğu görüldü. QSP+Asit grubuna ait 'kontrol' ve 'test' örneklerinin EDS

analizlerinin değerlendirilmesi sonucu mine yüzeylerine QSP+Asit grubunda Ca, P, O ve Na elementlerinin ağırlık yüzdelerinde azalmaya Ca/P oranında ise artışa neden olduğu gözlemlendi. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Grafik 4.3.5. ve Grafik 4.3.6.).

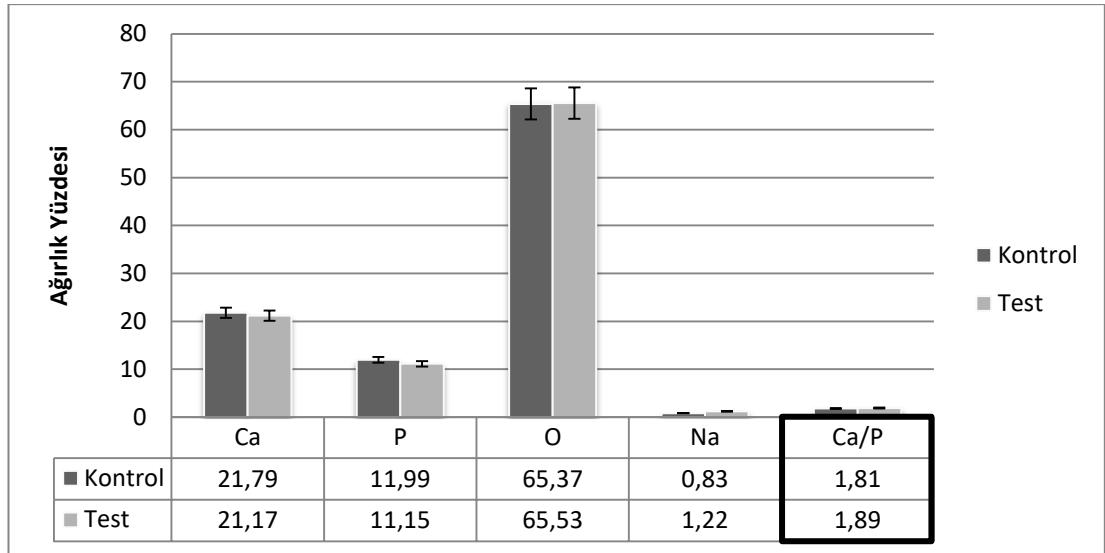


Grafik 4.3.5. MSP+Asit grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.



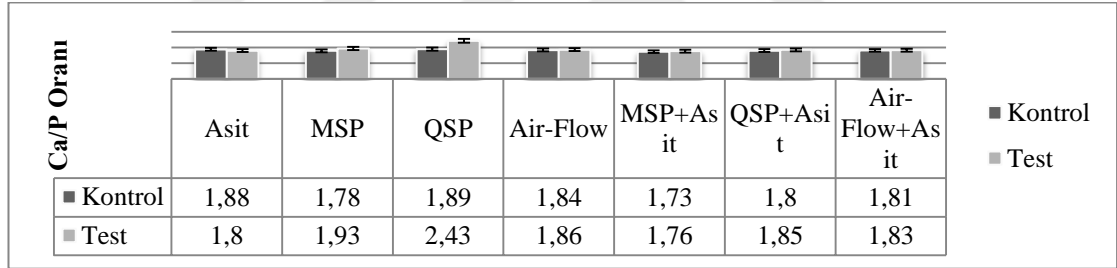
Grafik 4.3.6. QSP+Asit grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.

Air-Flow+Asit grubuna ait 'kontrol' ve 'test' örneklerinin EDS analizlerinin değerlendirilmesi sonucu mine yüzeylerine air-polishing sistemi ile birlikte asit uygulanmasının Ca ve P elementlerinin ağırlık yüzdelerinde azalmaya sebep olurken O ve Na elementlerinin ağırlık yüzdelerinde ve Ca/P oranında artışa sebep olduğu görüldü (Grafik 4.3.7.).



Grafik 4.3.7. Air-Flow+Asit grubuna ait mine örneklerinin mineral ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.

Tüm gruplara ait mine örneklerinin Ca/P oranındaki değişim MSP ve QSP gruplarına ait mine örneklerinde anlamlı iken diğer gruplardaki artış anlamlı bulunmadı (Grafik 4.3.8.).



Grafik 4.3.8. Tüm gruplara ait mine örneklerinin Ca/P oranları.

Tablo 4.3.1. SEM-EDS analizine ait mine örneklerinin mineral dağılımlarının ağırlık yüzdeleri ve Ca/P oranı.

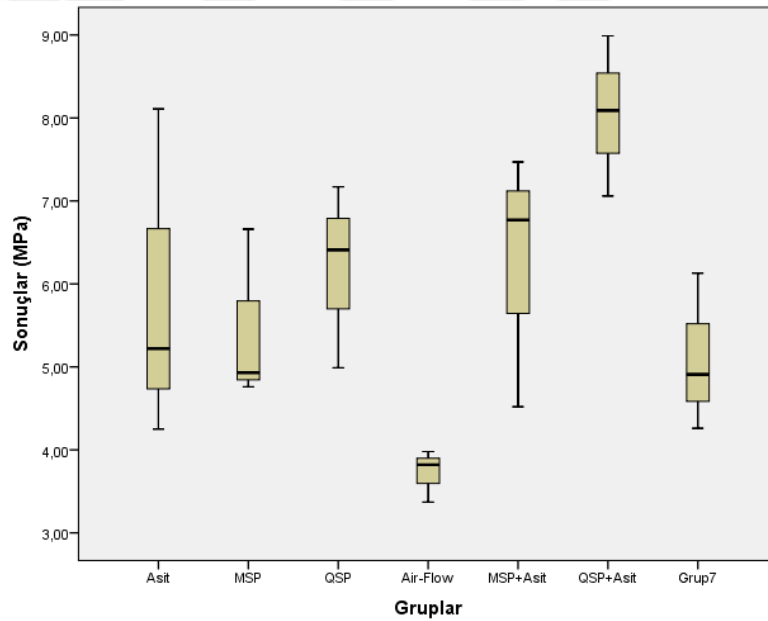
Ağırlık % ve Ca/P						
Gruplar	Alt Gruplar	Kalsiyum	Fosfor	Oksijen	Sodyum	Ca/P
Asit	Kontrol	21,82±2,30	11,58±0,97	62,79±3,06	1,14±0,15	1,88±0,09
	Test	23,55±2,19	13,02±0,50	65,45±3,86	0,63±0,15	1,80±0,12
MSP	Kontrol	26,34±1,10	14,77±1,03	58,14±1,47	0,69±0,14	1,78±0,05
	Test	23,93±0,19	12,36±1,55	62,28±0,68	0,44±0,05	1,93±0,07
QSP	Kontrol	22,94±0,78	12,01±1,33	64,38±0,89	0,70±0,13	1,89±0,14
	Test	20,80±0,81	9,44±0,65	66,45±1,13	0,59±0,08	2,43±0,29
Air-Flow	Kontrol	23,38±1,23	12,51±1,09	63,18±0,96	1,08±0,33	1,84±0,03
	Test	21,47±1,04	11,62±1,05	65,66±0,46	0,93±0,19	1,86±0,04
MSP+Asit	Kontrol	21,56±1,02	12,25±0,63	65,43±0,49	0,70±0,11	1,73±0,02
	Test	21,00±1,15	12,12±0,60	66,17±0,19	0,75±0,09	1,76±0,03
QSP+Asit	Kontrol	21,92±0,77	12,15±0,68	67,30±0,22	0,77±0,02	1,80±0,07
	Test	20,75±0,28	11,19±0,49	65,15±0,18	0,76±0,02	1,85±0,09
Air-Flow+Asit	Kontrol	21,79±0,58	11,99±0,26	65,37±0,65	0,83±0,09	1,81±0,01
	Test	21,17±0,21	11,15±0,70	65,53±0,67	1,22±0,24	1,89±0,03

4.4.Bağlanma Dayanımı Testine Ait Bulgular

Akışkan kompozit rezin materyalin farklı pürüzlendirme yöntemleri uygulanarak hazırlanan mine yüzeyine makaslama bağlanma dayanımları incelendiğinde en yüksek değerlerin QSP+Asit grubunda, en düşük değerlerin ise Air-Flow grubunda elde edildiği görüldü. Tüm grupların makaslama bağlanma dayanım değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri Tablo 4.4.1.'de ve gruplara ait bağlanma dayanım değerleri dağılımı Grafik 4.4.1.'de verildi.

Tablo 4.4.1. Makaslama bağlanma dayanım değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri.

Gruplar	n	Min (mPa)	Max (mPa)	Ortalama (mPa) ± Standart Sapma
Asit	20	4,25	8,11	5,86 ± 2,00
MSP	20	4,76	6,66	5,45 ± 1,05
QSP	20	4,99	7,17	6,19 ± 1,10
Air-Flow	20	3,37	3,98	3,72 ± 0,31
MSP+Asit	20	4,52	7,47	6,25 ± 1,54
QSP+Asit	20	7,06	8,99	8,07 ± 0,96
Air-Flow+Asit	20	4,26	6,13	5,1 ± 0,94



Grafik 4.4.1. Tüm gruplara ait makaslama bağlanma dayanım değerleri dağılımı.

Makaslama bağlanma dayanımı testi sonrasında çalışmada kullanılan gruplara ait kırılma tipleri değerlendirildiğinde tüm örneklerde adeziv tip kırılma gözlemlendi. Tüm gruplara ait örneklerin kırılma tiplerinin dağılımı Tablo 4.4.2.'de gösterildi.

Tablo 4.4.2. Makaslama bağlanma dayanımı testi uygulanan örneklerin kırılma tiplerinin dağılımı.

Gruplar	n	Adeziv kırılma	Koheziv Kırılma	Karışık Kırılma
Asit	20	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
MSP	20	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
QSP	20	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
Air-Flow	20	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
MSP+Asit	20	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
QSP+Asit	20	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
Air-Flow+Asit	20	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)

Shapiro-Wilk analizi sonucuna normallik varsayımı sağlandı ($p>0,05$). Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre Air-Flow grubu ve QSP+Asit grubu arasındaki fark ($p<0,05$) anlamlı iken diğer gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmedi.

Mikro gerilim bağlanma dayanımları incelendiğinde makaslama bağlanma dayanımı sonuçları ile uyumlu olarak en yüksek değerlerin QSP+Asit grubunda, en düşük değerlerin ise Air-Flow grubunda elde edildiği görüldü. Tüm grupların mikro gerilim bağlanma dayanım değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri Tablo 4.4.3.'de verildi.

Tablo 4.4.3. Mikro gerilim bağlanma dayanım değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri.

Gruplar	n	Min (mPa)	Max (mPa)	Ortalama (mPa) \pm Standart Sapma
Asit	10	5,63	10,36	7,61 \pm 0,01
MSP	10	5,84	10,71	6,92 \pm 0,02
QSP	10	5,74	10,93	7,73 \pm 0,23
Air-Flow	10	4,25	7,95	5,45 \pm 0,14
MSP+Asit	10	6,42	12,31	10,11 \pm 0,06
QSP+Asit	10	6,10	12,64	11,82 \pm 0,45
Air-Flow+Asit	10	4,36	8,85	6,84 \pm 0,09

Mikro gerilim bağlanma dayanımı testi sonrasında çalışmada kullanılan gruplara ait kırılma tipleri değerlendirildiğinde tüm örneklerde adeziv tip kırılma gözlemlendi. Tüm gruplara ait örneklerin kırılma tiplerinin dağılımı Tablo 4.4.4.'de gösterildi.

Tablo 4.4.4. Mikro gerilim bağlanma dayanımı testi uygulanan örneklerin kırılma tiplerinin dağılımı.

Gruplar	n	Adeziv kırılma	Koheziv Kırılma	Karışık Kırılma
Asit	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
MSP	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
QSP	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
Air-Flow	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
MSP+Asit	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
QSP+Asit	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
Air-Flow+Asit	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)

Shapiro-Wilk analizi sonucuna normallik varsayımı sağlandı ($p>0,05$). Tek yönlü varyans analizi ve Bonferroni çoklu karşılaştırma analizi sonuçlarına göre tüm gruplar arasında anlamlı bir fark gözlemlendi.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanan mine örneklerinin yüzey özellikleri, kompozisyonu ve bağlanma dayanımı açısından araştırılması ve bu sayede diş hekimliği pratiğinde uygulanan restorasyonların başarısının artırılması amacıyla planlandı.

Çürük, diş yüzeyinde mikrobiyal aktivite ile başlayan ve dişin sert dokularının yıkımı ile sonuçlanan bir hastalıktır. Diş çürüğü, dünyada en yaygın sağlık sorunlarından birisidir (Selwitz ve ark. 2007). Günümüzde, çocuk diş hekimliğinde diş çürüklerinin erken teşhisi, diş yapısının mümkün olduğunca korunarak ve uygun restoratif materyallerle tedavisi büyük önem kazanmıştır.

Koruyucu ağız ve diş sağlığı programlarının başarıyla uygulanması özellikle gelişmiş ülkelerde diş çürüğü yaygınlığının azalmasını sağlamıştır. Ancak bu azalmanın dişlerin tüm yüzeylerinde eşit olmadığı, düz yüzey çürüklerinin insidansında belirgin bir azalma sağlanırken oklüzal yüzey çürük insidansının hala yüksek olduğu görülmüştür (Marthaler 2004; Fejerskov 2004; Hicks ve Flaitz 2009).

Dişlerin oklüzal yüzeylerinde bulunan pit ve fissürler çürük gelişimine en elverişli alanlar olup çürükten en fazla etkilenen diş yüzeyleridir (Hicks ve Flaitz 1993; Çehreli ve ark. 2006). Klinik değerlendirmede en önemli nokta, şüpheli fissürün açılıp açılmayacağına ve bir restorasyonun gerekliliğinin olup olmadığına karar vermektir. Bilindiği gibi, oklüzal çürükler teşhisi hâlâ en zor olan çürük bölgeleridir. Bunun için gözle muayenenin diş yüzeyi iyice temizlenerek ve kurutularak ayrıca iyi bir aydınlatma altında büyüteçli gözlükler yardımıyla yapılması gerekir. Hatta yeni geliştirilen çürük teşhis metotlarından da yararlanılmalıdır. Kavite oluştuğuna karar verildikten sonra, doğru restoratif materyalin seçimi önemlidir. Bu kararı verirken dikkat edilmesi gereken önemli faktörler; diş ya da dişlerin izolasyonu, oklüzal ilişki, estetik ve diş hekiminin bilgi ve becerisidir (Hilton ve Brom 2006).

Çocuk diş hekimliğinde çeşitli restorasyon materyalleri kullanılmaktadır. Kompozit rezin restoratif materyallerin kullanımının yaygınlaşması ve minimal invaziv yaklaşımlarının benimsenmesi ile daha az miktarda diş dokusu uzaklaştırılarak hem estetik hem de fonksiyon açısından memnun edici sonuçlar elde

edilmiştir (Gladwin ve Bagby 2008). Kompozit rezinler, diş dokularına adezyon kuvveti ile bağlanabilmeleri nedeni ile sıklıkla tercih edilmektedir. Kompozit rezin restoratif materyallerin diş ile olan bağlantısında adeziv sistemlerin rolü büyüktür.

Çocuk diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan adeziv sistemler, restoratif materyalin dişin sert dokularına daha iyi bağlanabilmelerini ve klinik başarıyı doğrudan etkilemektedir.

Günümüzde adeziv sistemlerin klinik uygulamada diş yüzeyi ve materyal arasındaki etkileşimi temel alan sınıflaması sunulmuştur. Adeziv sistemler smear tabakası üzerindeki etkilerine göre total-etch, self-etch ve cam iyonomer adeziv sistemler olarak üçe ayrılmaktadır. Bu sistemler, adeziv sistemlerin temelini oluşturur (Ünlü ve ark. 2010). Çalışmamızda kullandığımız adeziv sistem ayrı bir diş yüzeyi hazırlama ve yıkama aşaması gerektiren üç basamaklı total-etch adezivdir. Diş yüzeyini hazırlama ve yıkama işlemini primer ve adeziv rezin uygulama işlemleri takip etmektedir. Primer, hidrofobik veya hidrofilik HEMA gibi monomerler içerir (Van Meerbeek ve ark. 2003; Van Landuyt ve ark. 2005). Hidrofilik grup nemli diş yüzeyine bağlanma eğiliminde iken, hidrofobik grup adeziv rezin ile kopolimerize olur. Primer uygulamasıyla hidrofilik diş yüzeyi adeziv rezinin bağlanabileceği hidrofobik bir yüzeye dönüştürülmüş olur (Swift 2002). Çalışmamızda kullandığımız Optibond FL setinde bulunan primer Prime; HEMA, polialkenoik asit ve su içermektedir. Ayrıca bonding ajan Adhesive içerisinde de Bis-GMA ve HEMA bulunmaktadır (Agostini ve ark. 2001).

Literatürde geleneksel üç basamaklı total-etch adeziv sistemleri, laboratuvar testlerinde yeni geliştirilen, basitleştirilmiş adeziv sistemlere kıyasla daha başarılı sonuçlar sergilediğini belirten çalışmalar mevcuttur (Krejci ve ark. 1994; Blunck ve Roulet 2002; De Munck ve ark. 2003; Frankenberger ve ark. 2003; Shirai ve ark. 2005; Imai ve ark. 2017). Bu çalışmaların sonuçları, üç basamaklı total-etch adeziv sistemlerin yeni geliştirilen adezivlerin klinik performanslarının değerlendirilmesinde altın standart olarak kullanılabilmesini doğrular niteliktedir (De Munck ve ark. 2003).

Minenin inorganik içeriği fazla olduğundan, yüzey hazırlama işlemlerine karşı direnci daha fazladır. Bu nedenle total-etch sistemlerin mineyi pürüzlendirme kapasitesi genel olarak yeterli iken, self-etch sistemler ise minede kısmen yetersiz

kalabilmektedir (Van Landuyt ve ark. 2005; Vicente ve ark. 2006). Literatüre bakıldığında yapılan laboratuvar çalışmalarında total-etch adeziv sistemler ile mine dokusuna daha kuvvetli bağlanma sağlandığını belirten çalışmaların bulunduğu görülmüştür (Pashley ve Tay 2001; Perdigao ve ark. 2005; Perdigao ve Swift 2006).

Suzuki ve ark. (2016) total-etch ve self-etch adeziv sistemlerin mineye makaslama bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında total-etch adeziv sistemlerin kullanıldığı gruplarda daha yüksek değerler elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kalra ve ark. (2015) başlangıç mine çürüğü oluşturulan diş yüzeylerine rezin esaslı örtücü materyal uygulamadan önce mine yüzeylerine üç farklı şekilde işlem uygulamışlardır. Total-etch adeziv sistem, self-etch adeziv sistem ve yalnızca asit kullanılarak hazırlanan mine yüzeylerine uygulanan örtücü materyalin bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmada en yüksek değerler total-etch adeziv sistem kullanılan grupta elde edilmiştir.

Raposo ve Santana (2012) yaptıkları çalışmada sığır dişlerinde mine ve dentin yüzeylerine self-etch ve total-etch adeziv sistemler ile kompozit rezin restoratif materyali uygulamışlardır. Makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği bu çalışmada dentine bağlanma kuvveti açısından iki adeziv sistem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken; mineye bağlanma kuvveti açısından total-etch adeziv sistem kullanımını anlamlı düzeyde daha yüksek bulmuşlardır.

Perdigao ve Geraldeli (2003) çalışmalarında sığır dişleri mine yüzeylerinde mekanik preparasyon işlemi ile veya herhangi bir işlem uygulanmadan total-etch ve self-etch adeziv sistemler kullanılarak uygulanan kompozit rezin restoratif materyalin mikro gerilim bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Self-etch adeziv sistem uygulanan gruplarda mekanik preparasyon işleminin bağlanma dayanımı değerlerini artırdığı belirtilirken total-etch adeziv sistem uygulanan gruplarda mekanik preparasyon işlemi bu değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede etkilemediğini bildirmişlerdir.

Eshghi ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada süt dişi mine yüzeylerinde bulunan dekalsifiye alanların geleneksel olarak kullanılan alüminyum ve biyoaktif cam air-abrazyon ile uzaklaştırılıp total-etch ve self-etch adeziv sistemler ile kompozit rezin

restoratif materyal uygulamış ve makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Air-abrazyon tekniğine bağlı olmaksızın total-etch adeziv sistem uygulanan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde etmişlerdir.

Schwendicke ve ark. (2015) çekilmiş insan dişlerine üç farklı self-etch ve total-etch adeziv sistem kullanarak kompozit rezin restorasyonlar uygulamışlardır. Restorasyonların bütünlüğünün, mikrosızıntı oranlarının ve kırılmaya karşı dirençlerinin değerlendirildiği çalışmada total-etch adeziv sistem kullanılan gruplarda diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek değerler elde etmişlerdir.

Bahillo ve ark. (2013) yaptıkları *in vitro* çalışmada derin çürüğü bulunan dişlerde kompozit restorasyonların marjinal adaptasyonlarının değerlendirilmesi amacıyla total-etch ve self-etch adeziv sistemler ile birlikte mikrohibrit bir kompozit rezin materyali kullanmışlardır. Diş dokuları ve kompozit rezin materyal arasındaki mikro morfolojik yapının SEM ile incelenmesi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Peumans ve ark. (2012) iki farklı üç aşamalı total-etch adeziv sistem ile mikro doldurucu ve hibrit kompozit rezinler kullanılarak restore edilen servikal lezyonların klinik olarak belirli aralıklarla 13 yıl boyunca takibini yaptıkları çalışmalarında restorasyonların kenar uyumunun bozulması, retansiyon kaybı, dişte hassasiyet gelişmesi ve dişin canlılığını devam ettirmesi açısından değerlendirmişlerdir. Tüm grupların kabul edilebilir ölçüde başarılı sonuçlar sergilediğini ve klinik başarı açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Rengo ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada total-etch ve self-etch adeziv sistemler ile akışkan kompozit rezinlerin mine dokusuna bağlantı yüzeyini incelemişlerdir. Mikrosızıntının değerlendirilmesi amacıyla mine dokusu ve restoratif materyal arayüz bağlantısındaki gümüş nitrat penetrasyonu SEM altında incelenmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Juloski ve ark. (2012) total-etch ve self-etch adeziv sistemler kullanarak mine ve dentin dokularına bir akışkan kompozitin makaslama bağlanma dayanımının

değerlendirildiği çalışmalarında diş dokusunun mine veya dentin dokusu olmasının makaslama bağlanma dayanımı değerlerini anlamlı derecede etkilediğini ve üç aşamalı total-etch adeziv sistem kullanılan mine dokusu gruplarında elde edilen makaslama bağlanma değerlerinin diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda da literatürdeki verilere dayanarak total-etch adeziv sistem olan Optibond FL kullanıldı.

Modern diş hekimliğindeki gelişmeler, diş dokularının minimum düzeyde kaybı ile gerekli olan fonksiyon ve estetiğin oluşturulmasına olanak tanır. Farklı doldurucu içeriğine ve akışkanlığına sahip çeşitli kompozit rezin restoratif materyaller klinik olarak kullanılmaktadır (Yazıcı ve ark. 2003).

Kompozit rezin materyallerin restorasyonu sırasında çocuk hastalarda uygulanma zorluğuna ve buna bağlı olarak uzun dönemde başarısızlıklar gözlenebilmektedir (Manhart ve ark. 2002). Diş dokusu ile restoratif materyal arasında bağlantının bozulması; kenar uyumunun bozulmasına, retansiyon kaybına ve yeni çürük oluşumuna sebep olmaktadır (Hernandes ve ark. 2014). Restorasyonlarda başarısızlıkların önüne geçilmesi amacıyla kompozit rezinlerin özelliklerinde çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Dental materyal teknolojisindeki en büyük gelişmelerden biri akışkan kompozitlerin kullanıma girmesidir (Bonilla ve ark. 2003).

Akışkan kompozit rezinler, hibrit kompozitlere göre daha küçük boyutta ve daha az oranda doldurucu partikül içerirler (Bayne ve ark. 1998). Kompozit rezin restoratif materyallerin içeriğindeki doldurucu partikülün tipi ve büyüklüğü materyalin fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Manhart ve ark. 2000; Manhart ve ark. 2001). Akışkan kompozit rezinlerin düşük viskoziteye sahip olması ve kıvamı, kavite şekline kolay adaptasyonu, uygulanma rahatlığı özellikle çocuk diş hekimliğinde kullanımını destekler niteliktedir (Jackson ve Morgan 2000).

Akışkan kompozit rezinler, kondanse edilebilir kompozitler ile karşılaştırıldığında doldurucu partikül içeriklerinin %50-%70 oranından %37-%53 oranına kadar düşen restoratif materyallerdir ve bu durum materyalin viskozitesini etkilemektedir. Üretici firmaların materyali küçük çaplı bir şırınga ile kullanıma sunması özellikle çocuk hastalarda uygulama kolaylığı getirmektedir (Murchison ve ark. 1999).

Simi ve Suprabha (2011) *in vitro* koşullarda gerçekleştirilen çalışmalarında dişler üzerinde hazırladıkları iki yüzeyli kavitelere kondanse edilebilir kompozit yerleştirmeden önce kavite tabanına rezin modifiye cam iyonomer veya akışkan kompozit uygulamışlar ve mikrosızıntıyı değerlendirmişlerdir. Kavite tabanına herhangi bir materyal uygulanmayan gruplarda yüksek mikrosızıntı değerleri elde edilirken rezin modifiye cam iyonomer ve akışkan kompozit rezin kullanılan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Ergc ve ark. (2010) altı farklı akışkan kompozit rezin materyalin (Clearfil Majesty Flow, Estelite Flow Q, Tetric N Flow, Esthet X Flow, Filtek Supreme XT Flow, Grandia Direct LoFlo) radyopasitelerinin değerlendirildiği çalışmalarında en yüksek değerleri Tetric N-Flow ve Clearfil Majesty Flow gruplarında elde etmişlerdir. Özellikle arka grup dişlerin restorasyonlarında yeni rk gelişiminin tespit edilmesinde kullanılan kompozit rezinin radyopasitesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Malmström ve ark. (2002) akışkan kompozitlerin iki yüzeyli kavitelere sergilediği marjinal sızıntı derecesini inceledikleri çalışmalarında kavite tabanına farklı kalınlıklarda (0.5 mm, 1 mm, 2 mm) akışkan kompozit rezin uygulayıp kalan kısımları kondanse edilebilir kompozit ile restore etmişlerdir. Dişlerden kesit alınarak restorasyon ile diş dokusu arasındaki sızıntının değerlendirilmesi sonucu oklüzal yüzeylerde kavite tabanına yerleştirilen akışkan kompozitin kalınlığı sızıntı açısından bir fark oluşturmazken gingival yüzeyde kavite tabanındaki akışkan kompozit kalınlığı en fazla olan gruplarda en düşük değerler elde etmişlerdir.

Fabianelli ve ark. (2003) kliniklerde sıklıkla kullanılan kondanse edilebilir kompozit rezin materyallerin sınıf II kavitelere uygulanmasından önce kavite tabanına öncelikle ince bir tabaka akışkan kompozit materyal uygulanmasının marjinal adaptasyon üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında total-etch adeziv sistem ile birlikte kavite tabanına akışkan kompozit materyal uygulamanın restorasyonun başarısını önemli ölçüde artırdığı sonucuna varmışlardır.

Dukic ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada yaşları 6-15 arasında değişen çocuklara içerikleri farklı altı örtücü rezin materyali (Teethmate F1, Admira Seal, Helioseal Clear Chroma, Fissurit FX, Admira Bond+Admira Flow, Excite+Tetric Flow) uygulayarak 12 ay boyunca klinik performanslarını değerlendirmişlerdir. 12

aylık periyot sonunda restorasyonun retansiyon kaybı ve dişlerde yeni çürük gelişimi değerlendirilmiş ve retansiyon kaybı açısından akışkan kompozit kullanılan grupta diğerlerine kıyasla daha düşük sonuçlar elde edilirken gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde inorganik doldurucu partikül içeriği artırılmış nanohibrit akışkan kompozitlerin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi arka grup dişlerde çocuk hastalarda restoratif materyal olarak kullanılabilmesi görülmüştür. Bu nedenle çalışmamızda nanohibrit dolduruculu bir akışkan kompozit olan Tetric N-Flow tercih edildi (Jackson ve Morgan 2000; Altun 2005; Ikeda ve ark. 2009; Baroudi ve Rodriques 2015).

Kompozit rezin restorasyonların başarılı olabilmesi için diş yüzeyine bağlantısı iyi olmalıdır. Böylece diş dokusu ve restoratif materyal arasında mikroorganizma penetrasyonu engellenecektir. Mine yüzey koşullarının değiştirilmesindeki amaç, adeziv sistemlerin kimyasal ve mikro mekanik bağlanmalarını sağlayacak uygun bir diş yüzeyi oluşturmaktır (Celiberti ve ark. 2005; Espinosa ve ark. 2010). Mine dokusuna bağlanma kuvveti çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Bu nedenle optimal bağlantı için restorasyondan önce mine dokusunun hazırlanması önerilmiştir (Pashley ve ark. 1995).

Günümüze kadar minenin pürüzlendirilmesinde sitrik, fosforik, hidroklorik ve pirüvik asit gibi çeşitli asitler laboratuvar şartlarında denenmiştir. Bu çalışmaların sonucunda farklı konsantrasyonlardaki fosforik asit tercih edilen ajan olmuştur. Fosforik asit kullanımı, mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde kabul görmüş ve standart bir yöntemdir. Asitleme işlemi için farklı prosedürler önerilse de en yaygın olarak kullanılan %37 konsantrasyonda fosforik asidin 20 saniye süreyle mineye uygulanmasıdır (Garcia-Godoy ve ark. 1987; Martinez-Insua ve ark. 2000). Çalışmamızda da literatürdeki verilere dayanarak kabul görmüş ve standart bir yöntem olan asit ile pürüzlendirme yapıldı. Ancak bu yöntemin özellikle çocuk hastalar tarafından kabul edilemeyebilen bir tadının olması ve uygulama sırasında teknik hassasiyet gerektirmesi nedeniyle alternatif ve minenin yüzey enerjisini daha fazla artıracak yöntemlerin aranmasına yol açmıştır (Garcia-Godoy ve ark. 2009). Bu amaçla asit dışında lazer ve air-polishing sistemleri gibi farklı yöntemlerin kullanılabilmesi görülmüştür (Boyde 1984; Üşümez ve Aykent 2003).

Air-polishing yöntemi ile sodyum bikarbonat partiküllerinin yüksek hava akımı ve su basıncı ile diş yüzeyine püskürtülmesi sonucu pürüzlendirme meydana gelebileceği belirtilmiştir. Air-polishing ile daha az mine dokusu kaybı ile daha iyi bağlanma sağlayabileceği düşünülmüştür. Bu yöntem ile başarılı bir bağlanma sağlanabilmesi için partikül boyutu, hava basıncı, çalışma süresi ve uygulanacak yüzeyin mikro yapısı gibi pek çok faktör göz önünde bulundurulmalıdır (Boyde 1984).

Lenzi ve ark. (2013) air-abrazyon (alüminyum oksit partikülleri) ve air-polishing (sodyum bikarbonat partikülleri) sistemlerinin süt molar dişlerinin oklüzal yüzeylerinde bulunan fissürlere uygulanması sonucu oluşan morfolojik değişiklikleri mikroskop altında incelemiş ve her iki sistemin de dişlerde pürüzlülük oluşturduğu ancak air-abrazyon uygulamasının yapısal olarak zarar verebileceğini bildirmişlerdir.

Agrawal ve Shigli (2012) yaptıkları *in vitro* çalışmada rezin esaslı fissür örtücü uygulamadan önce dişlerin oklüzal yüzeylerini sadece fırça, fırça ile beraber profilaksi patı, frez, air-polishing, air-abrazyon ve asitleme süresinin uzatılması yöntemleri ile hazırlamışlardır. Mikrosızıntının değerlendirildiği bu çalışmada en düşük değerler sırasıyla frez, air-abrazyon ve air-polishing sistemlerinin kullanıldığı kullanıldığı gruplarda gözlenirken gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Brocklehurst ve ark. (1992) fissür örtücü uygulamadan önce dişlerin oklüzal yüzeylerinin profilaksi patı, yalnızca su, air-polishing sistemleri gibi farklı yöntemler ile temizlenmesinin restorasyonun başarısına etkisini değerlendirmişlerdir. Air-polishing sistemi kullanımının rezin örtücünün mine yüzeyine penetrasyon derinliğini artırdığını bildirmişlerdir.

Brockmann ve ark. (1990) yaptıkları *in vitro* çalışmada dişlere fissür örtücü uygulamadan önce air-polishing sistemi ve fırça ile profilaksi patı uygulamışlardır. SEM altında mine ve rezin materyal arasındaki bağlantının kalitesini değerlendirmek amacıyla oluşan rezin tagları önceden kalibre edilmiş değerlendirici ile saymışlardır. Air-polishing sisteminin asit ile birlikte kullanıldığı grupta diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla sayıda rezin tag oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda da air-polishing sistemi tek başına ve asit ile birlikte kullanılarak literatürde yapılan çalışmalarla kıyaslama amaçlandı.

Lazer uygulamaları diş hekimliğinde de kendine yer bulmuş, birçok rutin uygulamada geleneksel yöntemlere alternatif olmuştur. Lazerin günümüz diş hekimliğinde olduğu kadar çocuk diş hekimliği kliniklerinde de kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda diş hekimliğinde kullanımı giderek artan lazer uygulamalarının mine yüzeyi pürüzlendirme yöntemi olarak kullanımı gündeme gelmiştir. Pürüzlendirme amaçlı olarak en sık kullanılan lazer çeşitleri Er:YAG lazer, Er,Cr:YSGG lazer, Nd:YAG lazer ve CO₂ lazerdir. Er:YAG lazerin mine ve dentinde kullanılması ile diş hekimliğinde bu konuya yönelik çalışmalar başlamıştır. Er:YAG lazer, klinik olarak mine ve dentinde kavite hazırlanmasında, çürük dokunun uzaklaştırılmasında, kök kanal tedavisinde ve diş sert dokularının pürüzlendirilmesinde kullanılabilir. Geçmişte lazer ile pürüzlendirme Nd:YAG ve CO₂ lazer çeşitleri kullanılabilirken, günümüzde mine dokusunun pürüzlendirmesinde erbium lazerler tercih edilmektedir. Er:YAG lazer diş dokusundaki su ve hidroksiapatit tarafından yüksek oranda emilebilmektedir (Karandish 2014).

Liberman ve ark. (1984) yaptıkları *in vitro* çalışmada insan molar dişlerine kompozit rezin restoratif materyalin bağlanma dayanımını değerlendirmeden önce mine yüzeyini geleneksel yöntem olan asit ve CO₂ lazer sistemi ile hazırlamışlardır. Lazer sisteminin asit kullanımı kadar etkin sonuçlar vermemesine karşın lazerin geliştirilerek istenilen sonuçları verebileceğini önermişlerdir.

Keller ve Hibst (1993) çalışmalarında fosforik asit ve farklı enerji düzeylerine sahip Er:YAG lazer uyguladıkları sığır dişi mine yüzeylerini öncelikle SEM altında incelemiş kompozit rezinin mineye mikro gerilim bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Lazer uygulanan mine yüzeyinde oluşan morfolojik değişiklikleri SEM altında izlemiş ve asidin oluşturduğu etkiye benzer bir görünüm elde edilmiştir. Kompozit rezinin mineye bağlanma dayanımı açısından asit ile lazer grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Ariyaratnam ve ark. (1997) çekilmiş insan dişlerine fosforik asit ve farklı enerji düzeylerinde Nd:YAG lazer uygulayarak mine yüzeyinde meydana gelen değişiklikleri ve kompozit rezinin mine yüzeyine bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Yüksek enerji düzeyinde Nd:YAG lazer uygulamasının mine

yüzeyinde mikro çatlaklara yol açtığı belirtilirken asit uygulanan gruplarda daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde etmişlerdir.

Dunn ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer ve fosforik asit ile hazırlanan mine ve dentin dokularına total-etch adeziv sistem ile kompozit rezin restoratif materyal uygulayarak bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Kompozit rezin uygulanmadan önce yüzeyleri hazırlanan mine ve dentin dokuları SEM altında incelenmiştir. Lazer uygulanan mine ve dentin dokularına ait SEM görüntülerinde yüzey pürüzlülüğünün belirgin şekilde izlenebilmesine karşın asit uygulanan grupların bağlanma dayanımı değerlerini istatistiksel olarak daha yüksek bulmuşlardır.

Sağır ve ark. (2013) yaptıkları *in vitro* çalışmada insan dişlerine fosforik asit ve MSP ve QSP ayarında Er:YAG lazer uygulamasının ortodontik braketlerin mine dokusu üzerine bağlanma dayanımını araştırmışlardır. Lazer uygulanan her iki grupta da asit uygulanan gruba göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edilirken lazerin MSP ve QSP ayarları arasında anlamlı düzeyde fark gözlenmemiştir.

Altunsoy ve ark. (2014) iki farklı akışkan kompozit rezin materyalin asit ve Er:YAG lazerin QSP ve MSP ayarında pürüzlendirilen dentin dokusuna mikro gerilim ve makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmalarında asit ile pürüzlendirme sonucu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek değerler elde etmişlerdir. Asit grubundan sonra en yüksek değerler MSP grubunda gözlenirken MSP ve QSP grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Akın ve ark. (2016) asit ve Er:YAG lazerin QSP ve MSP ayarında yüzey hazırlığı yaptıkları mine yüzeylerine ortodontik braketlerin bağlanma dayanımını inceledikleri çalışmalarında her iki lazer ayarının da bağlanma dayanımı değerlerini artırdığı ve QSP ayarının self-etch adeziv sistem ile birlikte kullanımının istatistiksel olarak en yüksek değerleri sergilediğini belirtmişlerdir.

Büyükhatipoğlu ve ark. (2016) akışkan kompozit rezin materyalin total-etch ve self-etch adeziv sistemler ile birlikte dentin dokusuna bağlanma dayanımını inceledikleri çalışmada dentin dokusunu pürüzlendirmek için asit ve Er:YAG lazerin

QSP ve MSP ayarlarını kullanmışlardır. Elde edilen değerler açısından total-etch ve self-etch adeziv sistemler arasında istatistiksel olarak fark gözlenmezken dentin dokusunun yüzey hazırlığında Er:YAG lazerin MSP ayarının başarılı bir şekilde kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Er:YAG lazer uygulanan mine yüzeyi SEM altında incelendiğinde adezyon için gerekli olan mikro retantif alanlar izlenebilmektedir. Ancak Er:YAG lazerin yüzey hazırlama tekniği olarak kullanıldığı çalışmaların sonuçları farklılıklar gösterebilmektedir. Bir grup araştırmacıya göre lazer, geleneksel olarak kullanılan asit uygulamasının yerini alabileceken diğer bir grup araştırmacı ise lazerin asit uygulaması kadar etkin sonuçlar vermeyeceği görüşündedir (Visuri ve ark. 1996; Dunn ve ark. 2005; Marraccini ve ark. 2006; Gürkan ve ark. 2008). Bu konudaki görüş farklılığı çalışmalarda kullanılan lazer sistemlerine ait parametrelerin değişiklik göstermesine bağlı olabileceği düşünülmektedir (Fırat ve ark. 2012). Çalışmamızda geleneksel olarak kullanılan fosforik asit dışında Er:YAG lazerin iki farklı ayarı olan MSP ve QSP ayarları ve air-polishing sistemleri ve bu sistemlerin asit ile birlikte mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla uygulanması ve yüzey hazırlama tekniğinin kompozit restorasyonun başarısına etkisi değerlendirilmiştir. Yapmış olduğumuz literatür incelemesinde geleneksel ve yeni geliştirilen tekniklerin daimi dişlerdeki etkinliklerini bir arada inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Günümüzde dental teknolojinin gelişmesiyle diş dokuları hakkındaki bilgi yelpazesi genişlemiştir. Mine dokusu ağırlıkça yaklaşık %96 inorganik, %3 su ve %1 organik içeriğe sahiptir (Skinner 2005). Minenin inorganik içeriğinin kristal yapısını hidroksiapatit $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ oluşturur (Elliott 1973; LeGeros 1981). Mine oluşumu sırasında veya ağız ortamında mevcut olduğu durumlarda stronsiyum, magnezyum, kurşun, sodyum, flor, kobalt, alüminyum, demir ve selenyum gibi çeşitli elementler de mine prizmalarının yapısına katılabilir (Robinson ve ark. 1981; Sakae 1988).

Mine yüzeyine uygulanan farklı yüzey hazırlama işlemleri mine dokusunun mineral içeriğinde ve yapısında değişiklikler oluşturabilmektedir (Moller ve Schroder 1986). Mine dokusunun organik ve inorganik içerikleri arasındaki oranlar değiştiğinde mine dokusunun çözünürlüğü ve geçirgenliği de değişebilir; bu durum

adeziv sistemlerin bağlantısını etkileyebilir. Bu nedenle mine yüzeyi hazırlanmasında kullanılan alternatif yöntemler minenin yapısında, içeriğinde ve yüzey özelliklerinde minimal değişiklikler oluşturmalarıdır (Rohanizadeh ve ark. 1999).

Diş hekimliği pratiğinde yapılan restorasyonların başarısını geliştirmeye yönelik teknoloji kendini sürekli yenilemektedir. Adeziv sistemlerin ve kompozit rezin restorasyonların uzun dönem başarısını gösteren en etkili yöntem klinik çalışmalarıdır. Bununla birlikte klinik çalışmaların dinamik ağız ortamı ekarte edilerek yapılamayacağı ve etik nedenler göz önünde bulundurulduğunda çalışmaların sonuçlarının gerçek sebepleri belirlenememektedir. Buna karşın *in vitro* ortamda gerçekleştirilen testler daha kolay, daha kısa zamanda ve daha az maliyet ile daha kesin sonuçlar vermektedir (Swift ve ark. 1995; Van Meerbeek ve ark. 2003). Çalışmamız, değişkenleri kontrol edebilmenin daha kolay olması ve kısa sürede sonuçların elde edilebilmesi nedeniyle *in vitro* ortamda gerçekleştirildi.

Çalışmamızda kullanılan dişlerin tümü çocuk hastalarda olgunlaşma sürecini tamamlamamış genç daimi dişleri taklit etmesi amaçlanarak gömülü 3. molar dişler arasından seçildi. Laboratuvar çalışmalarında kullanılacak mine örneklerinin dişlerin hangi yüzeyine ait olduğu test sonuçlarını etkileyebilmektedir. Dişlerin oklüzal yüzeylerinin mine dokusunun kalınlığı açısından morfolojik farklılık göstermeleri nedeniyle daha çok bukkal yüzeyleri kullanılmaktadır (ISO technical report, 1994). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda gömülü 3. molar dişlerin bukkal yüzeyleri kullanıldı. Çekilmiş dişlerin, deney aşamasında kullanılıncaya kadar dehidrate olmasını önlemek amacıyla, saklama solüsyonları içerisinde bekletilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda dişlerin sıklıkla oda sıcaklığında veya +4°C'de distile su veya serum fizyolojik içerisinde bekletildiği görülmektedir (Tosun ve ark. 2005). Çalışmamızda da belirlenen testler uygulanıncaya kadar çekilmiş dişler oda sıcaklığında distile su içerisinde bekletildi.

Daimi molar dişlerin oklüzal yüzeylerinin morfolojik olarak büyük değişiklik göstermesi nedeniyle çalışmalarda *in vitro* testlerin genellikle bukkal ve lingual gibi düz yüzeylerde yapıldığı görülmektedir (Barkmeier ve ark. 2009; Pachaly ve Pozzobon 2012; Yassaei ve ark. 2015). Mine yüzeyinden ölçüm yapabilmek için birçok test yönteminde düz yüzeylere ihtiyaç duyulur. Daha doğru ölçüm sonuçları elde edebilmek için örneklere polisaj işlemleri uygulanmalıdır. Bu amaçla el aletleri,

su zımparası, polisaj lastikleri ve silikon karbid diskler sıklıkla kullanılmaktadır. Polisaj işlemlerinde kullanılan malzemelerin karşılaştırıldığı birçok çalışmada en düzgün yüzeylerin silikon karbid diskler kullanılarak elde edildiği gösterilmiştir (Yılmaz ve Özyurt 1999). Çalışmamızda da hazırlanan örneklerin bukkal yüzeyleri 600, 1000 ve 1200 gritlik silikon karbid diskler kullanılarak 30'ar saniye süreyle polisaj işlemine tabi tutuldu.

Literatür incelendiğinde yapılan *in vitro* çalışmalarda mine yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek amacıyla profilometre gibi yöntemlerin yanı sıra daha gelişmiş yöntemler olan SEM ve AFM analizi ile içeriğinde meydana gelen değişikliklerin EDS analizi ile değerlendirmenin mümkün olduğu görülmüştür (Schroder 1986; Hattab ve Wei 1987; Kakaboura ve ark. 2007; Giacomelli ve ark. 2010; Moller ve Seçilmiş ve ark. 2010).

Çocuk diş hekimliğinde kompozit rezin restorasyonların başarısının *in vitro* koşullarda değerlendirilmesinde kullanılan önemli parametrelerden birisi de minenin yüzey pürüzlülüğüdür. Mine yüzeyinin değerlendirilmesi hem nicel hem de nitel olarak tanımlanan mikroskobik ve profilometrik tekniklerle yapılabilir (Mikulewicz ve ark. 2007). Yüzey pürüzlülük değerlendirme yönteminde kontakt ve kontaktsız profilometre cihazları kullanılmaktadır. Kontakt profilometre cihazı yüzeyin 2 boyutlu parametresidir ve daha doğru ölçümler verir (Wan Bakar ve McIntyre 2008; Ganss ve ark. 2010). Çalışmamızda da farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine yüzeyinde oluşturduğu pürüzlülük değerlerini ölçmek için kontakt yüzey profilometre cihazı kullanılmıştır.

Çalışmamızda örneklerin yüzey pürüzlülükleri belirlenirken, yüzey pürüzlülük ölçüm değeri olarak " R_a " değerleri kullanıldı. R_a ; bir yüzeyin çizilen bir hat üzerindeki pürüzlülük profilinin aritmetik ortalaması olarak tarif edilir ve birimi μm 'dir. Bu değer materyallerin belirli bir mesafedeki yüzey düzensizliklerinin hesaplanmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinin yapıldığı diğer çalışmaların da birçoğunda R_a değerleri kullanılmıştır (Yılmaz ve Özyurt 1999; Silva ve Zuanon 2006). Bu açıdan çalışmamızda elde edilen verilerin literatürdeki diğer çalışmalarla kıyaslanabilme imkânı vardır. Kim ve ark. (2007) çalışmalarında premolar dişlerin mine yüzeylerini yüzey profilometre cihazı ile incelemiş ve R_a değerlerinin ortalamasını $0,45 \pm 0,522 \mu\text{m}$ bulmuşlardır. Diş minesinin her bireyde

yapısal olarak farklılık göstermesi ve buna bağlı olarak mine yüzeyi pürüzlülük değerlerinin de farklı olabileceği bizim çalışmamızın sonuçları ile de uyumludur.

Zafar ve Ahmed (2015) asit uygulama süresinin uzatılmasının mine ve dentin dokularının yüzey pürüzlülüğüne etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında asit uygulama süresinin uzatılması özellikle mine dokusunda yüzey pürüzlülüğünü belirgin derecede artırıp yüzey sertliğinin azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Khalefa ve ark. (2013) insan ve sığır dişi mine yüzeylerine air-polishing ve air-abrazyon sistemlerinin uygulanması sonucu yüzey pürüzlülüğündeki değişimi profilometre cihazı ile değerlendirmişlerdir. Her iki sistemin de yüzey pürüzlülüğünde anlamlı bir artışa sebep olduğu ancak air-abrazyon sisteminin yüzeyde agresif bir etki oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Barkmeier ve ark. (2009) yaptıkları *in vitro* çalışmada bir total-etch ve dört farklı self-etch adeziv sistemin mine yüzeyinde oluşturduğu pürüzlülüğü profilometre cihazı ile incelemiş ve bir kompozit rezin materyalin bu yüzeylere bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Hem yüzey pürüzlülüğü hem de bağlanma açısından en yüksek değerleri total-etch adeziv sistem kullanılan grupta elde etmişlerdir.

Arcoria ve ark. (1993) sığır dişi mine yüzeylerine asit ve farklı lazer sistemleri (CO₂, Argon, Nd:YAG) ve bu lazerlerin asit ile birlikte uygulanmasının pürüzlülüğe etkisinin profilometre ile değerlendirildiği çalışmalarında asit uygulanan grupların diğerlerinden istatistiksel olarak daha yüksek yüzey pürüzlülük değerleri sergilediğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda da farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanan test grupları ile herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grupları arasında yüzey pürüzlülüğü açısından tüm test grupları kontrol gruplarından anlamlı derecede yüksek değerler sergiledi. Lazer sisteminin iki farklı ayarları QSP ve MSP uygulanan gruplar arasında ise fark gözlenmedi. Yüzey pürüzlülük değerlerindeki en büyük artış QSP grubunda görülürken; QSP ve QSP+Asit gruplarındaki artışın diğer tüm gruplardan anlamlı derecede yüksek olduğu ancak bu iki grup arasındaki farkın anlamlı olmadığı gözlemlendi.

Mine dokusunun yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde yalnızca tek bir yöntem ile yetinmek yerine bu yöntem ile elde edilen sonuçların AFM ve SEM analizleri gibi farklı ve daha gelişmiş yöntemler ile karşılaştırılması daha güvenilir veriler elde etmeyi sağlayabilir (Kakaboura ve ark. 2007). Bizim çalışmamızda da yüzey profilometre değerlendirmesine ek olarak AFM ve SEM analizleri gerçekleştirildi.

AFM, yüksek çözünürlüğü sayesinde dalgalı yüzeylerin mikro ve nano seviyelerde pürüzlülüğünü araştırmaya imkân sağlar (Mendez-Vilas ve ark. 2007). Çalışmamızda AFM analiz yöntemini tercih etmemizin nedeni yüzey hazırlama işlemlerinin mine yüzeyinde oluşturduğu değişikliklerin derecesinin belirlenmesinde güvenilir bir yöntem olmasıdır. Mine yüzeyindeki hem nitel hem de nicel değişiklikleri izlemede AFM analiz yönteminin kullanımını öneren çalışmalar bulunmaktadır (Grobler ve ark. 1990; Lussi ve ark. 1993; Eisenburger ve Addy 2003; Barbour ve Shellis 2007; White ve ark. 2010). AFM analizinin diğer test yöntemlerine kıyasla en temel üstünlüğü dış dokularının üç boyutlu yüzey görüntüsünü sunmasıdır (Schaad ve ark. 1993). AFM cihazı, çalışılan yüzeydeki yükseklik farklarını ölçerek rakamsal olarak veri oluşturma prensibi ile çalışmaktadır (Field ve ark. 2010). Literatür incelediğinde AFM ile elde edilen verilerin değerlendirilmesinde en sık kullanılan parametrelerden biri olan çalışılan yüzeyin ortalama pürüzlülük değeri olan R_q değeri olduğu görülmüştür (Gadelmawla ve ark. 2002; Raposo ve ark. 2007). Çalışmamızda da farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanan ve herhangi bir işlem uygulanmayan mine yüzeylerinin AFM ile analiz edilmesi sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesinde R_q değeri kullanılmıştır.

AFM ile elde edilen verilerin üç boyutlu görüntülerinin elde edilmesinde 'tapping' adı verilen yüzeydeki yükseklik ve genişlikleri sunan teknik kullanılmıştır. Bu şekilde incelenen dokunun yüzey morfolojisi elde edilir. Elde edilen üç boyutlu görüntülerde incelenen numunenin üst yüzeyi alt yüzeyinden daha açık renkte gözlenmektedir. Bu şekilde görüntünün yüzey özellikleri karakterize edilerek yorumlanabilir (Batina ve ark. 2004).

Literatürde, AFM kullanarak mine yüzeyinin incelendiği ve yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır. Cerci ve ark. (2012) mine yüzeylerinin %35 konsantrasyonda fosforik asit ile farklı sürelerde (15 sn ve 30

sn) pürüzlendirilmesinin mine dokusunun yüzey özelliklerine etkisini AFM ve SEM ile incelemiştir. Mineye asit uygulama süresinin uzatılmasının yüzey pürüzlülüğünü anlamlı derecede artırdığını bildirmişlerdir.

Mahmoud ve ark. (2012) hemodiyaliz tedavisi gören hastalardan elde ettikleri mine ve dentin örneklerine farklı konsantrasyon (%37 ve %42) ve farklı sürelerde (15 sn, 30 sn, 60 sn) asit uygulamış ve AFM analizi gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen R_a değerleri karşılaştırıldığında en yüksek değerleri asit konsantrasyonunun ve uygulanma süresinin artırılması ile elde etmişlerdir.

Loyola-Rodriquez ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada mine yüzeylerine dört farklı markaya ait asit uygulayıp yüzey pürüzlülük değişimlerini AFM analizi ile değerlendirmişlerdir. Gruplar arasında yüzey pürüzlülük değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken elde edilen dijital görüntüler sayesinde AFM ile asit uygulamasından sonra mine yüzeyinde meydana gelen spesifik değişikliklerin değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir.

Rodriquez-Vilchis ve ark. (2011) Er:YAG lazer sistemi uygulanarak yüzey hazırlama işlemi gerçekleştirilen mine dokusunda meydana gelen morfolojik ve yapısal değişiklikleri AFM ve SEM-EDS analiz yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Herhangi bir işlem uygulanmayan yüzeylere kıyasla lazer uygulanan yüzeylerde üçgen şeklinde girintilerin oluştuğunu gözlemişlerdir. Çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak herhangi bir yüzey hazırlama işlemi uygulanmayan 'kontrol' gruplarına ait mine yüzeylerinin AFM ile incelenmesi sonucu elde edilen görüntülerde mine kristallerinin sıg ve düzenli bir şekilde yüzeyde dizildiği görüldü. Asit uygulanan 'test' örneklerinde mine kristallerinin düzensiz bir şekilde sıralandığı ve kristallerin çözünmesine bağlı olarak bölgesel boşlukların oluştuğu gözlemlendi. MSP ve QSP gruplarına ait 'test' örneklerinin yüzey görüntüleri incelendiğinde düzensiz hafif derinliklerin mevcut olduğu görüldü. Ayrıca yalnızca lazer uygulanan mine yüzeylerinde yer yer mikro çatlaklar olduğu gözlemlendi. Air-Flow grubuna ait 'test' örneklerinin yüzeylerinde düzensiz ve homojen olmayan bir yapı oluştuğu gözlemlendi.

Diş hekimliğinde laboratuvar çalışmalarında SEM sıklıkla kullanılırken AFM yakın bir tarihte bu disipline dâhil olmuştur ve lazer uygulanması sonucu mine yüzeyinde meydana gelen morfolojik değişikliklerin incelenmesinde nadiren kullanıldığı görülmüştür. Her iki analiz yöntemi de avantaj ve dezavantajlara sahiptir

ve birbirlerini tamamlayıcı niteliktedir. AFM analiz yönteminin SEM analizine göre avantajı; mine dokusunun sadece yüzey morfolojisini elde etmekle kalmayıp aynı zamanda üç boyutlu görüntüler şeklinde yüzeydeki yükseklik farklılıklarının ölçülmesine olanak tanır. Ancak inceleme süresinin uzun olması ve sınırlı bir alanın taranması dezavantajları arasında sayılabilir (Rodriquez-Vilchis ve ark. 2011). Bu nedenle çalışmamızda farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanan mine yüzeylerinin üç boyutlu görüntüsünün elde edilmesinde AFM analiz yöntemi kullanıldı.

Diş hekimliğinde SEM, genellikle çalışmalarda destekleyici yöntem olarak kullanılmaktadır. EDS ise; incelenen yapının kimyasal bileşimini analiz etmeye yarayan yöntemdir. SEM analiz yönteminde mikroskoba EDS detektörü eklenerek incelenen yapının mineral içeriği hakkında bilgi elde etmemizi sağlar. SEM-EDS analizi ile 1-2 µm derinliğe kadar yüzeydeki minerallerin atomik ve ağırlıkça yüzdeleri değerlendirilebilir (Arnold ve Gaengler 2007). Çalışmamızda farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine yüzeylerinde oluşturduğu yapısal değişiklikleri analiz etmek amacıyla her bir örnek iki bölüme ayrılarak aynı örneğin kontrol ve test edilen bölümlerinden ölçümler yapıldı.

Seçilmiş ve ark. (2010) yaptıkları *in vitro* çalışmada mine yüzeylerine farklı enerji düzeylerinde Er,Cr:YSGG lazer uygulamış ve mineral içeriğinin değişimini değerlendirmişlerdir. Gruplar arasında mineral içeriğinin değişimi açısından anlamlı bir fark gözlenmezken lazerin enerji düzeyinin artması SEM görüntülerinden mine dokusunun yüzey düzensizliğinin artmasına sebep olduğu gözlenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen SEM görüntülerine göre asit uygulanan gruplarda mine yüzeylerinde daha düzenli ve küçük gözenekler izlenirken; lazer uygulanan gruplarda daha düzensiz ve farklı büyüklüklerde gözenekler izlendi. Air-polishing sistemi uygulanan gruplarda ise düzensiz fakat pürüzlülük açısından yetersiz derinliğe sahip gözenekler izlendi. AFM analizi sonuçları ile SEM analizi sonucu elde edilen bulgular birbirini desteklediği görüldü. Lazer uygulanan gruplarda asit uygulanan gruplara kıyasla mine yüzeylerinde daha pürüzlü ve düzensiz bir yapı olduğu gözlemlendi. Ayrıca Er:YAG lazerin MSP ayarına kıyasla QSP ayarının kullanıldığı gruplarda daha derin gözeneklerin varlığı izlendi. Yüzey pürüzlülüğü ve SEM bulguları göz önüne alındığında lazer sistemi uygulanan gruplarda asit ve air-polishing sistemi uygulanan gruplara kıyasla daha pürüzlü yüzeyler elde edilirken

bununla birlikte lazerin QSP ayarının kullanılması ile en pürüzlü yüzeylerin elde edildi.

Literatür incelendiğinde SEM-EDS analiz yöntemi kullanılarak mine yüzeylerinin araştırıldığı çalışmaların bulunduğu görülmüştür. İncelenen mine yüzeylerinin mineral içeriklerinde standardizasyon sağlanması amacıyla yüzey hazırlama işlemi uygulamadan önce mine yüzeylerindeki mineral oranları analiz edildi ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi (de-Melo ve ark. 2011).

Mineyi oluşturan mine prizmaları hidroksiapatit kristallerinden oluşmaktadır. Hidroksiapatit kristallerinin yapısında bulunan en temel inorganik mineraller Ca ve P'tır (Seçilmiş ve ark. 2010). Mine yüzeyine uygulanan çeşitli işlem ve ajanların minenin mineral içeriğinde değişiklik oluşturabileceği bildirilmiştir (Rosin-Grgewt ve ark. 2000; Papagiannoulis ve ark. 2002; Weerasinghe ve ark. 2007; Della Bona ve ark. 2008; Markovic ve ark. 2008; Paradella ve ark. 2008; Scougall-Vilchis ve ark. 2009; Keinan ve ark. 2010; Rodríguez-Vilchis ve ark. 2010; Rodríguez-Vilchis ve ark. 2011). Çalışmamızda da farklı yüzey hazırlama tekniklerinin mine dokusunun yapısında oluşturduğu değişiklikleri SEM ile mineral içeriğindeki değişiklikleri EDS analizi ile belirlendi.

Diş minesini, büyük çoğunluğu hidroksiapatit ve diğer eser elementlerden oluşan vücudun en sert dokusudur (Reitznwrová ve ark. 2000; Wang ve ark. 2005; Pan ve ark. 2008). Mine dokusunda bulunan başlıca elementler kalsiyum, fosfor, sodyum, magnezyum ve klor olup konsantrasyonları ortalama olarak %37 Ca, %18 P, %0.4 Mg, %0.7 Na ve %0.28 Cl'dur (Reitznwrová ve ark. 2000). Bu elementlerin dışında çok küçük ve çeşitli miktarlarda 40 kadar elementin bulunduğu bilinmektedir (Eanes 1979).

Alcantara-Galeana ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada fosforik asit, Er:YAG lazer ve self-etch adeziv sistem uygulanan süt dişi mine yüzeylerinde meydana gelen yapısal ve morfolojik değişiklikleri SEM-EDS analiz yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Kimyasal içerik açısından Er:YAG lazer ve self-etch adeziv sistem uygulanan gruplar benzerlik gösterirken fosforik asit uygulanan grup karbon, oksijen ve fosfat iyonlarının atomik yüzdeleri açısından farklılık göstermiştir. Ayrıca Er:YAG lazer uygulanan grupların mineral içeriğinin arttığı görülmüştür.

Kwon ve ark. (2003) fosforik asit ve Nd:YAG lazer uyguladıkları mine yüzeylerinin SEM-EDS analizi ile mineral dağılımını incelemişlerdir. Asit uygulanan grupta kalsiyum ve fosfor oranı azalırken lazer uygulanan grupta artmış ve lazer uygulanan mine yüzeyinin daha dirençli bir yapıya dönüştüğü bildirilmiştir.

Literatür incelendiğinde çalışmamızda kullandığımız farklı yüzey hazırlama tekniklerinin hepsinin bir arada kullanılarak mine yüzeyine etkilerinin değerlendirildiği başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda elde edilen SEM-EDS bulguları, Rodriquez-Vilchis ve ark. (2011) ve Kwon ve ark. (2003) yaptıkları çalışmalar ile uyumludur. Mineye uygulanan farklı yüzey hazırlama işlemleri sonucu mine içeriğindeki minerallerin dağılımları da etkilenmektedir. Asit grubu dışındaki tüm gruplarda Ca/P oranının yükseldiği görüldü. Asit, Air-Flow, MSP+Asit ve QSP+Asit gruplarında Ca/P oranlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken MSP ve QSP gruplarındaki artış anlamlı bulundu.

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin klinik başarısı diş dokuları ile arasındaki bağlantının kalitesine bağlıdır. Materyallerin bağlanma dayanımlarının *in vivo* olarak test edilmesi ve takibi oldukça zor olduğundan *in vitro* testler daha sıklıkla kullanılmaktadır (Van Meerbeek ve ark. 2003; De Munck ve ark. 2005; Özyeşil ve ark. 2009; Tekçe ve ark. 2013). Kompozit rezin restorasyonlarda başarıyı etkileyen en önemli faktör diş dokusu ile materyal arasındaki bağlantıdır (Martin ve Jedynakiewicz 1998; Tanoue ve ark. 1998). Kompozit rezin materyal uygulanmadan önce mine yüzeyinin hazırlanmasında kullanılan yöntem mine dokusunun yüzey pürüzlülük özelliklerini ve içeriğini değiştirebilmekte ve bu durum da bağlantının kalitesini etkileyebilmektedir.

Bağlanma dayanım testleri, rezin esaslı dental materyallerin başarılarını değerlendirmek için kullanılan yöntemler arasında sıklıkla tercih edilmektedir. Bağlanma dayanımının belirlenmesinde *in vitro* koşullarda genellikle mikro gerilim ve makaslama dayanımı testlerinden yararlanılmaktadır (Özyeşil ve ark. 2009; Heintze ve Zimmerli 2011). Bu testler farklı düzeneklerle gerçekleştirilebilmektedir. Kuvvetin, test cihazına yerleştirilmiş düz bir uç yardımıyla diş-restoratif materyal birleşim yüzeyine uygulandığı yöntem, klasik (makaslama) bağlanma dayanım testidir. Klasik bağlanma dayanım test yönteminde geniş diş yüzeylerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca kuvvet, diş-restoratif materyal bağlantı yüzeyine bıçağın

temas ettiği noktadan uygulandığı için homojen olmayan stresler oluşmaktadır (Van Noort ve ark. 1989; Phrukkanon ve ark. 1998). Makaslama bağlanma dayanımı testi en sık kullanılan ve uygulaması daha kolay olan bağlanma dayanımı testidir ve ağızdaki farklı kuvvetleri mikro gerilim testine göre daha iyi taklit ettiği belirtilmiştir (Leinfelder 2001). Makaslama bağlanma dayanım test yönteminin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla, mikro test yöntemleri (mikro gerilim) geliştirilmiştir. Bu test yöntemlerinde restoratif materyalin dış yüzeyine üretici firmaların tavsiyeleri doğrultusunda uygulanmasını takiben bir kesit cihazıyla dış-restoratif materyal bağlantısını içeren çubuk şeklinde standart örnekler hazırlanmaktadır. Bu örnekler test cihazına tutturularak kopma sağlanana kadar kuvvet uygulanmaktadır. Mikro test yöntemlerinde daha homojen kuvvetlerle bağlanma dayanımı ölçülebilmektedir (Van Noort ve ark. 1989; Sano ve ark. 1994; Pashley ve ark. 1995; Sudsangiam ve Van Noort 1999). Bu test yönteminde, örneklerin 4-5 mm'den kısa olduğu durumlarda ise örneğin test cihazına tutturulmasının zor olması gibi bir dezavantajdan da söz edilmektedir (Pashley ve ark. 1995; Üşümez ve Aykent 2003). Bu nedenle çalışmamızda her iki bağlanma dayanımı testi de kullanıldı.

Çalışmamızda da akışkan kompozit rezin materyalin adeziv sistemler ile birlikte farklı yüzey hazırlama teknikleri uygulanan mine yüzeylerine mikro gerilim ve makaslama bağlanma dayanımları incelendi. Bağlanma dayanım testlerinde dış-restoratif materyal bağlantısını ölçmek için 0.5-5 mm/dk aralığında değişen kuvvetlerin uygulandığı gözlenmektedir (Perinka ve ark. 1992; Barkmeier ve ark. 1994; Schreiner ve ark. 1998; Mc Donough ve ark. 2002). Çalışmamızda Phrukkanon ve ark. (1998)'nin çalışmalarıyla uyumlu olarak mikro gerilim bağlanma dayanımı testi için örneklere 1 mm/dk'lık bir hareketle kuvvet uygulandı. Ayrıca makaslama bağlanma dayanımı testi için Jafari ve ark. (2013)'nin çalışmalarıyla benzer şekilde 0,5 mm/dk'lık bir hareketle kuvvet uygulanarak akışkan kompozit rezin materyalin bağlanma dayanım değerleri belirlendi.

Nikaido ve ark. (1995) mine ve dentin yüzeylerine uygulanan air-polishing sisteminin adeziv sistemlerin dış dokuları ile mikro gerilim bağlanma dayanımına etkilerini değerlendirmişlerdir. Air-polishing sistemi uygulanan mine ve dentin yüzeylerinde meydana gelen morfolojik değişimleri ve yüzeyde kalan artık madde tespiti için SEM-EDS analiz yöntemini kullanmışlardır. Air-polishing sisteminin

kullanımı yüzey pürüzlülüğünü artırarak mine dokusunda bağlanma dayanımını etkilemezken dentin dokusunda azalmaya sebep olmuştur.

Marraccini ve ark. (2006) mine ve dentin dokularına asit, Er:YAG lazer ile birlikte asit ve CO₂ lazer ile birlikte asit uygulayarak kompozit rezin materyalin mikro gerilim bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Mine ve dentin yüzeylerinin CO₂ lazer ile birlikte asit kullanılarak hazırlandığı gruplarda en düşük bağlanma dayanımı değerleri gözlenirken sadece asit uygulanan gruplarda ise en yüksek bağlanma dayanımı değerlerini elde etmişlerdir.

Sasaki ve ark. (2008) adeziv sistemle birlikte kompozit rezin restoratif materyal uygulamadan önce mine yüzeylerine asit, Er:YAG lazer ve her ikisini birlikte uygulayarak kompozit rezin materyalin mine yüzeyine mikro gerilim bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Er:YAG lazer ve asit uygulama işlemlerinin mine yüzeylerinin hazırlanmasında birlikte kullanımının en yüksek bağlanma dayanımı değerleri verdiğini bildirmişlerdir.

Fırat ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada geleneksel olarak kullanılan asit ve farklı enerji düzeylerinde ve atım sürelerinde Er:YAG lazer uygulanan mine ve dentin dokuları ile total-etch adeziv sistem ve kompozit rezin restoratif materyale mikro gerilim bağlanma dayanımını incelemişlerdir. Yalnızca lazer uygulanan gruplarda atım süresi arttıkça bağlanma kuvveti değerlerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Bununla birlikte lazerin asit ile birlikte kullanımının bağlanma dayanımını arttırdığını belirtmişlerdir.

Svitzero ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada asit, farklı enerji düzeylerinde Er:YAG lazer ve her iki sistem birlikte kullanılarak hazırlanan mine yüzeylerine kompozit rezin materyalin makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Farklı enerji düzeylerinde Er:YAG lazer kullanımı gruplar arasında bağlanma dayanımı değerleri açısından anlamlı bir fark oluşturmazken sadece asit ve lazer ile birlikte asit uygulanan gruplardan elde edilen değerler birbiriyle eşdeğer bulunmuştur.

Goswami ve Singh (2011) yaptıkları çalışmada mine yüzeylerine asit ve Nd:YAG lazer uygulayarak kompozit rezin materyalin makaslama bağlanma dayanımı kuvvetini değerlendirmişlerdir. Mine dokusunda geleneksel olarak

kullanılan asit ile yüzey hazırlama işlemi yapılan gruplarda istatistiksel olarak daha yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerleri elde etmişlerdir.

Pires ve ark. (2013) total-etch ve self-etch adeziv sistemler ile birlikte kompozit rezin materyallerin Er:YAG lazer ve frez ile pürüzlendirilen sığır dişi mine yüzeylerine makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Adeziv sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmezken Er:YAG lazer uygulanan mine yüzeylerinde önemli düzeyde yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edildiğini belirtmişlerdir.

Hoshing ve ark. (2014) total-etch adeziv sistem ile kompozit rezin materyalin asit ve Er,Cr:YAG lazer uygulanarak hazırlanan mine yüzeylerine makaslama bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında asit kullanılan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde etmişlerdir.

Şengün ve ark. (2008) frez ile ve air-polishing sistemi ile hazırladıkları mine yüzeylerine total-etch ve self-etch adeziv sistemler kullanarak kompozit rezin materyalin makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Elde edilen bulgulara göre self-etch adeziv sistem kullanılan gruplarda mine yüzeyinde frez veya air-polishing ile mekanik hazırlık yapmak bağlanma dayanımını artırırken total-etch adeziv sistem kullanılan gruplarda sonucu anlamlı düzeyde etkilememiştir.

Poggio ve ark. (2017) sığır dişi dentin yüzeylerine adeziv sistemler ile birlikte kompozit rezin materyal uygulamadan önce dentin yüzeylerini asit ve air-polishing sistemi ile hazırlamışlardır. Makaslama bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmada dentin yüzeyinin hazırlanmasının sonuçları önemli ölçüde etkilemediği ve air-polishing sisteminin bağlanma değerlerini az da olsa artırdığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak mikro gerilim ve makaslama bağlanma dayanımı testleri sonuçlarına göre Er:YAG lazerin QSP ayarının asit ile birlikte kullanılmasının bağlanma değerlerini önemli ölçüde artırdığı gözlemlendi (Altunsoy ve ark. 2014; Akın ve ark. 2016; Büyükhatipoğlu ve ark. 2016).

Farklı yüzey hazırlama işlemleri uygulanan mine örneklerinin yüzey profilometre, AFM ve SEM-EDS analizleri ile yüzey pürüzlülüğünün ve mineral içeriğinin incelendiği ve akışkan bir kompozit rezinin mine yüzeyine mikro gerilim

ve makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği çalışmamızda aşağıda sunulan sonuçlar elde edilmiştir:

- Yüzey profilometre analizi sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde en yüksek ortalama yüzey pürüzlülük değerleri QSP grubuna ait mine yüzeylerinde olduğu belirlenirken, en düşük ortalama yüzey pürüzlülük değerleri kontrol gruplarından ölçüldü.
- AFM analizi sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde en yüksek ortalama yüzey pürüzlülük değerleri yüzey profilometre analizi sonuçlarıyla örtüşen QSP grubuna ait mine yüzeylerinde olduğu gözlemlendi. En düşük ortalama yüzey pürüzlülük değerleri ise aynı şekilde kontrol gruplarından ölçüldü.
- SEM görüntülerinin değerlendirilmesi sonucu farklı yüzey hazırlama işlemleri uygulanan mine yüzeylerinde farklı morfolojik değişiklikler olduğu görüldü. Asit uygulanan mine yüzeylerinde kristal yapı çözünerek bal peteği görünümü izlenirken Er:YAG lazer uygulanan mine yüzeylerinde çözünme olduğu ancak oluşan boşlukların tıkanmış olduğu düzensiz bir görünüm izlendi. Air-polishing uygulanan mine yüzeylerinde ise smear tabakası olduğu gözlemlendi.
- EDS analizi sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde farklı yüzey hazırlama tekniklerinin minenin mineral içeriğini etkilediği belirlendi. Asit grubu dışındaki tüm gruplarda Ca/P oranında artış olduğu ancak bu artışın MSP ve QSP gruplarında istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü.
- Bağlanma dayanımı analizi sonucu elde edilen bulgular incelendiğinde hem mikro gerilim hem de makaslama bağlanma dayanımı testinde en yüksek değerlerin QSP+Asit grubunda, en düşük değerlerin ise Air-Flow grubunda elde edildiği görüldü.

Çalışmamızın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde geleneksel olarak kullanılan asit dışında lazer, air-polishing sistemleri ve bunların asit ile birlikte kullanımlarının mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi ve kompozit rezinlerin mineye bağlanma dayanımları açısından umut vaat eden alternatif yöntemler olabileceği öngörüldü. Er:YAG lazerin QSP

ayarının kullanılmasının mine yüzeyinin Ca/P oranını artırırken akışkan kompozit rezinle bağlanma dayanımını da artırması restorasyonların başarısının geliştirilmesine yönelik bir yöntem olabileceğini düşündürdü. Ancak bu *in vitro* çalışmaların *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi ile bu yöntemlerin etkinliğinin daha anlaşılır hâle getirilmeye ihtiyacı vardır.



6. KAYNAKLAR

- Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ. Bond strength test: Role of operator skill. Aust Dent J. 2008; 53(2): 145-50.
- Agostini FG, Kaaden C, Powers JM. Bond strength of self-etching primers to enamel and dentin of primary teeth. Pediatr Dent. 2001; 23(6): 481-6.
- Agrawal A, Shigli A. Comparison of six different methods of cleaning and preparing occlusal fissure surface before placement of pit and fissure sealant: an *in vitro* study. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2012; 30(1): 51-5.
- Akın G, Hergüner Ş, Akın H. Termal siklus ve suda bekletmenin kendinden asitli adzivlerin dentine mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerine etkileri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2012; 22(2): 125-31.
- Akın M, Veli I, Erdur EA, Aksakalli S, Uysal T. Different pulse modes of Er:YAG laser irradiation: effects on bond strength achieved with self-etching primers. J Orofac Orthop. 2016; 77(3): 151-9.
- Alcantara-Galeana MCZ, Contreras-Bulnes R, Rodríguez-Vilchis LE, Espinosa-Pesqueira ME, Barrera-Ortega CC, López-Hurtado IM, Fernández-Bobadilla A. Microhardness, Structure, and Morphology of Primary Enamel after Phosphoric Acid, Self-Etching Adhesive, and Er:YAG Laser Etching. International Journal of Optics. 2017; 2017, Article ID 7634739.
- Allen DL. The future of dental education. Anesth Prog. 1992; 39(1-2): 1-3.
- al-Salehi SK, Burke FJ. Methods used in dentin bonding tests: An analysis of 50 investigations on bond strength. Quintessence Int. 1997; 28(11): 717-23.
- Altun C. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. Gülhane Tıp Dergisi. 2005; 47(1): 77-82.
- Altunsoy M, Botsali MS, Korkut E, Kucukyilmaz E, Sener Y. Effect of different surface treatments on the shear and microtensile bond strength of resin-modified glass ionomer cement to dentin. Acta Odontol Scand. 2014; 72(8): 874-9.
- Arcoria CJ, Lippas MG, Vitasek BA. Enamel surface roughness analysis after laser ablation and acid-etching. J Oral Rehabil. 1993; 20(2): 213-24.
- Arends J, Ten Bosch JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. J Dent Res. 1992; 71 Spec No: 924-8.
- Ariyaratnam MT, Wilson MA, Mackie IC, Blinkhorn AS. A comparison of surface roughness and composite/enamel bond strength of human enamel following the application of the Nd:YAG laser and etching with phosphoric acid. Dent Mater. 1997; 13(1): 51-5.
- Arnold WH, Cerman M, Neuhaus K, Gaengler P. Volumetric assessment and quantitative element analysis of the effect of fluoridated milk on enamel demineralization. Arch Oral Biol. 2003; 48(6): 467-73.
- Arnold WH, Gaengler P. Quantitative analysis of the calcium and phosphorus content of developing and permanent human teeth. Ann Anat. 2007; 189(2): 183-90.
- Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. Dent Mater. 1998; 14(1) :51-6.
- Atoui JA, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG, Corona SA. Microleakage in conservative cavities varying the preparation method and surface treatment. J Appl Oral Sci. 2010; 18(4): 421-5.
- Ayaz F, Tağtekin D. Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2011; 4: 49-56.
- Bahillo J, Roig M, Bortolotto T, Krejci I. Self-etching aspects of a three-step etch-and-rinse adhesive. Clin Oral Investig. 2013; 17(8): 1893-900.

- Barbour ME, Shellis RP. An investigation using atomic force microscopy nanoindentation of dental enamel demineralization as a function of undissociated acid concentration and differential buffer capacity. *Phys Med Biol*. 2007; 52(4): 899–910.
- Barkmeier WW, Erickson RL, Kimmes NS, Latta MA, Wilwerding TM. Effect of enamel etching time on roughness and bond strength. *Oper Dent*. 2009; 34(2): 217-22.
- Barkmeier WW, Gendusa NJ, Thurmond JW, Triolo PT. Laboratory evaluation of Amalgambond Plus. *Am J Dent*. 1994; 7: 239-42.
- Barkmeier WW, Shaffer SE, Gwinnett AJ. Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. *Oper Dent*. 1986; 11(3): 111-6.
- Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9(6): ZE18-24.
- Batina N, Renugopalakrishnan V, Casillas Lavín PN, Guerrero JC, Morales M, Garduño-Juárez R, Lakka SL. Ultrastructure of Dental Enamel afflicted with Hypoplasia: An Atomic Force Microscopic Study. *Calcif Tissue Int*. 2004; 74(3): 294-301.
- Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc*. 1998; 129(5): 567-77.
- Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, Ismail A, Kohn W, Siegal M, Simonsen R. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc*. 2008; 139(3): 257-68.
- Berry EA 3rd, Ward M. Bond strength of resin composite to airabraded enamel. *Quintessence Int*. 1995; 26(8): 559–62.
- Besic FC, Bayard M, Wiemann MR, Burrell KH. Composition and structure of dental enamel: elemental composition and crystalline structure of dental enamel as they relate to its solubility. *J Am Dent Assoc*. 1975; 91(3): 594-601.
- Blunck U, Roulet JF. Effect of one-year water storage on the effectiveness of dentin adhesives in class V composite resin restorations. *J Dent Res*. 2002; 81(Spec Iss A): 139. Abstr. No. 946.
- Bonilla ED, Yashar M, Caputo AA. Fracture toughness of nine flowable resin composites. *J Prosthet Dent*. 2003; 89(3): 261-7.
- Bowen RL, Marjenhoff WA. Dental composites/glass ionomers: the materials. *Adv Dent Res*. 1992; 6: 44-9.
- Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc*. 1963; 66: 57-64.
- Boyde A. Air Polishing Effects on Enamel, Dentin and Cement and Bone. *Br Dent J*. 1984; 156(8): 287-91.
- Brocklehurst PR, Joshi RI, Northeast SE. The effect of air-polishing occlusal surfaces on the penetration of fissures by a sealant. *Int J Paediatr Dent*. 1992; 2(3): 157-62.
- Brockmann SL, Scott RL, Eick JD. A scanning electron microscopic study of the effect of air polishing on the enamel-sealant surface. *Quintessence Int*. 1990; 21(3): 201-6.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955; 34(6): 849-53.
- Burgess JO, Walker R, Davidson JM. Posterior resin-based composite: A review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002; 24(5): 465-79.
- Burnett LH Jr, Shinkai RS, Eduardo C de P. Tensile bond strength of a one-bottle adhesive system to indirect composites treated with Er:YAG laser, air abrasion, or fluoridric acid. *Photomed Laser Surg*. 2004; 22(4): 351-6.
- Busby M, Martin JA, Matthews R, Burke FJ, Chapple I. The relationship between oral health risk and disease status and age, and the significance for general dental practice funding by capitation. *Br Dent J*. 2014; 217(10): E19.

- Buyukhatipoglu I, Ozsevik AS, Secilmis A, Usumez A. Effect of dentin laser irradiation at different pulse settings on microtensile bond strength of flowable resin. *Dent Mater J*. 2016; 35(1): 82-8.
- Cardoso MV, De Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J*. 2011; 56(1): 31-44.
- Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A. Results after 1 year of non-operative occlusal caries treatment of erupting permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1991; 19(1): 23-8.
- Cehreli SB, Gungor HC, Karabulut E. Er Cr:YSGG laser pretreatment of primary teeth for bonded fissure sealant application: a quantitative microleakage study. *J Adhes Dent*. 2006; 8(6): 381-6.
- Celiberti P, Lussi A. Use of a self-etching adhesive on previously etched intact enamel and its effect on sealant microleakage and tag formation. *J Dent*. 2005; 33(2): 163-71.
- Cerci BB, Roman LS, Guariza-Filho O, Camargo ES, Tanaka OM. Dental enamel roughness with different acid etching times: Atomic force microscopy study. *Eur J Gen Dent*. 2012; 1(3): 87-91.
- Courson F, Renda AM, Attal JP, Bouter D, Ruse D, Degrange M. *In vitro* evaluation of different techniques of enamel preparation for pit and fissure sealing. *J Adhes Dent*. 2003; 5(4): 313-21.
- Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar, Güneş Kitapevi Ltd Şti. 2000, Ankara, ss: 21-39.
- De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, Lambrechts P, Vanherle G. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*. 2003; 82(2): 136-40.
- De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent*. 2005; 30(1): 39-49.
- Della Bona A, Mecholsky JJ Jr, Barrett AA, Griggs JA. Characterization of glass-infiltrated alumina-based ceramics. *Dent Mater*. 2008; 24(11): 1568-74.
- de-Melo MA, Passos VF, Alves JJ, Barros EB, Santiago SL, Rodrigues LK. The effect of diode laser irradiation on dentin as a preventive measure against dental erosion: an *in vitro* study. *Lasers Med Sc*. 2011; 26(5): 615-21.
- Duangthip D, Lussi A. Effects of fissure cleaning methods, drying agents, and fissure morphology on microleakage and penetration ability of sealants *in vitro*. *Pediatr Dent*. 2003; 25(6): 527-33.
- Dukic W, Dukic O.L, Milardovic S, Vindakijevic Z. Clinical Comparison of Flowable Composite to Other Fissure Sealing Materials – A 12 Months Study. *Coll Antropol*. 2007; 31(4): 1019-24.
- Dunn WJ, Davis JT, Bush AC. Shear bond strength and SEM evaluation of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin and enamel. *Dent Mater*. 2005; 21(7): 616-24.
- Eanes ED. Enamel Apatite: Chemistry, Structure and Properties. *J Dent Res*. 1979; 58 (Spec Issue B): 829-36.
- Eduardo CP, Eduardo FP, Haypek P. Restorative dentistry and esthetics with lasers. *International Congress Series*. 2003; 1248: 91-99.
- Eisenburger M, Addy M. Influence of liquid temperature and flow rate on enamel erosion and surface softening. *J Oral Rehabil*. 2003; 30(11): 1076-80.
- Elliott JC. The problems of the composition and structure of the mineral components of the hard tissues. *Clin Orthop Relat Res*. 1973; (93): 313-45.
- Ergüçü Z, Türkün LS, Onem E, Güneri P. Comparative radiopacity of six flowable resin composites. *Oper Dent*. 2010; 35(4): 436-40.

- Erşahan Ş, Alakuş Sabuncuoğlu F. Effect Of Surface Treatment On Enamel Surface Roughness. J Istanbul Univ Fac Dent. 2016; 50(1): 1-8.
- Eshghi A, Khoroushi M, Rezvani A. Resin bonding using etch-and-rinse and self-etch adhesives to decalcified deciduous enamel after bioactive glass air abrasion. J Contemp Dent Pract. 2014; 15(5): 595-602.
- Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Cruz J, Saadia M. Resin replica in enamel deproteinization and its effect on acid etching. J Clin Pediatr Dent. 2010; 35(1): 47-51.
- Eugene PL. Dental Biochemistry. Second Edition, Lea & Febiger. 1976, US, p:1-347.
- Evans DJ, Matthews S, Pitts Nb, Lomgbottom C, Nugent ZJ. A Clinical evaluation of an Er:YAG laser for dental cavity preparation. Br Dent J. 2000; 188(12): 677-9.
- Fabianelli A, Goracci C, Ferrari M. Sealing ability of packable resin composites in class II restorations. J Adhes Dent. 2003; 5(3): 217-23.
- Featherstone JDB. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. Community Dent Oral Epidemiol. 1999; 27(1): 31-40.
- Featherstone JDB. The science and practice of caries prevention, J Am Dent Assoc. 2000; 131(7): 887-99.
- Fejerskov O, Kidd EAM, Nyvad B, Baelum V. Defining the disease: an introduction. In: Fejerskov O, Kidd EAM, editors. Dental Caries The Disease and its Clinical Management. 2nd ed. Oxford: Blackwell Munksgaard Ltd. 2008, p:3-6.
- Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. Caries Res. 2004; 38(3): 182-91.
- Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues *in vitro*. J Dent. 2010; 38(3): 182-90.
- Firat E, Gurgan S, Gutknecht N. Microtensile bond strength of an etch and rinse adhesive to enamel and dentin after Er:YAG laser pretreatment with different pulse duration. Lasers Med Sci. 2012; 27(1): 15-21.
- Frankenberger R, Strobel WO, Kramer N, Lohbauer U, Winterscheidt J, Winterscheidt B, Petschelt A. Evaluation of the fatigue behavior of the resin-dentin bond with the use of different methods. J Biomed Mater Res, Part B: Appl Biomater. 2003; 67(2): 712-21.
- Fu B, Sun X, Qian W, Shen Y, Chen R, Hannig M. Evidence of chemical bonding to hydroxyapatite by phosphoric acid esters. Biomaterials. 2005; 26(25): 5104-10.
- Gadelmawla ES, Koura MM, Maksoud TMA, Elwa IM, Soliman HH. Roughness parameters. Journal of Materials Processing Technology. 2002; 123: 133-45.
- Ganss C, Lussi A, Sommer N, Klimek J, Schlueter N. Efficacy of fluoride compounds and stannous chloride as erosion inhibitors in dentine. Caries Res. 2010; 44(3): 248-52.
- Garcia-Godoy F, Gwinnett AJ. Penetration of acid solution and gel in occlusal fissures. J Am Dent Assoc. 1987; 114(6): 809-10.
- Garcia-Godoy F, Harris On, Helm DM. Primary Preventive Dentistry. Ed: Harris, ON, Godoy-Garcia, F. 6. Baski. New Jersey, Pearson. S. 2009, p: 285-318.
- Giacomelli L, Derchi G, Frustaci A, Bruno O, Covani U, Barone A, De Santis D, Chiappelli F. Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: An analysis with Atomic Force Microscopy. Open Dent J. 2010; 4: 191-4.
- Gladwin M, Bagby M. Clinical aspects of dental materials. Theory, practice, and cases. Lippincott Williams & Wilkins, 2008, Philadelphia, USA, p: 941-46.
- Goldstein J, Newbury D, Joy D, Lyman C, Echlin P, Lifshin E, Sawyer L, Michael J. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer, 2003, 3rd Edition, USA, p: 297.
- Goswami M, Singh A. Comparative evaluation of shear bond strength of composite resin bonded to acid etched or Nd:YAG lased enamel. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2011; 29(2): 140-3.

- Grgurević J, Grgurević L, Miletić I, Karlović Z, Krmek SJ, Anić I. In vitro study of the variable square pulse Er:YAG laser cutting efficacy for apicectomy. *Lasers Surg Med.* 2005; 36(5): 347-50.
- Grobler SR, Senekal PJ, Laubscher JA. *In vitro* demineralization of enamel by orange juice, apple juice, Pepsi Cola and Diet Pepsi Cola. *Clin Prev Dent.* 1990; 12(5): 5-9.
- Gurgan S, Kiremitci A, Cakir FY, Gorucu J, Alpaslan T, Yazici E, Gutknecht N. Shear bond strength of composite bonded to Er,Cr:YSGG laser-prepared dentin. *Photomed Laser Surg.* 2008; 26(5): 495-500.
- Gutknecht N, Lukac M, Marincek M, Perhavec T, Kazic M. A novel quantum square pulse (QSP) mode erbium dental laser. *J Lazer Health Acad.* 2011; 1(3): 15-21.
- Güngörmüş M, Ömezli M. Diş Hekimliğinde Lazer Kullanımı Sırasında Oluşabilecek Zararlar ve Alınacak Önlemler. *Atatürk Üni. Diş Hek. Fak. Derg.* 2007; 17(2): 31-3.
- Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin: Its effect on shear bond strength. *Am J Dent.* 1992; 5(3): 127-9.
- Hashimoto M, Tay FR, Ohno H, Sano H, Kaga M, Yiu C, Kumagai H, Kudou Y, Kubota M, Oguchi H. SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2003; 66(1): 287-98.
- Hattab FN, Wei SH. Chemical changes and surface morphology of acid-etching of human enamel treated with topical fluoride agents *in vitro*. *Caries Res.* 1987; 21(6): 482-93.
- Heintze SD, Zimmerli B. Relevance of *in vitro* tests of adhesive and composite dental materials. *Schweiz Monatsschr Zahnmed Journal.* 2011; 121(11): 1024-32.
- Hernandes NM, Catelan A, Soares GP, Ambrosano GM, Lima DA, Marchi GM, Martins LR, Aguiar FH. Influence of flowable composite and restorative technique on microleakage of class II restorations. *J Investig Clin Dent.* 2014; 5(4): 283-8.
- Hicks J, Flaitz CM. Epidemiology of dental cares in the pediatric and adolescent population: a review of past and current trends. *J Clin Pediatr Dent.* 1993; 18(1): 43-9.
- Hicks J, Flaitz CM. Pit ve fissür örtücüler ve konservatif adeziv restorasyonlar: Bilimsel ve klinik temeller. In: Çocuk Diş Hekimliği: Bebeklikten Ergenliğe, Eds: Pinkham JR, Casamassimo PS, Mc Tigue DJ, Nowak AJ. Çeviri Ed. Tortop T, Tulunoğlu Ö. Atlas Kitapçılık, 2009, 4. Baskı, Ankara, Türkiye. s: 520-76.
- Hilton TJ, Brom JC. Direct posterior esthetic restorations. In: Summit J, Robbins W, Hilton, Schwartz R, editors. *Fundamentals of Operative Dentistry.* 2006, Texas, San Antonio, p: 303-12.
- Hoshing UA, Patil S, Medha A, Bandekar SD. Comparison of shear bond strength of composite resin to enamel surface with laser etching versus acid etching: An *in vitro* evaluation. *J Conserv Dent.* 2014; 17(4): 320-4.
- Hosoya Y, Kawashita Y, Yoshida M, Suefujii C, Marshall GW Jr. Fluoridated light-activated bonding resin adhesion to enamel and dentin: primary vs. permanent. *Pediatr Dent.* 2000; 22(2): 101-6.
- Hosoya Y, Shinkawa H, Suefiji C, Nozaka K, Garcia- Godoy F. Effects of diamond bur particle size on dentin bond strength. *Am J Dent.* 2004; 17(5): 359-64.
- Hossain M, Nakamura Y, Tamaki Y, Yamada Y, Murakami Y, Matsumoto K. Atomic analysis and knoop hardness measurement of the cavity floor prepared by Er,Cr:YSGG laser irradiation *in vitro*. *J Oral Rehabil.* 2003; 30(5): 515-21.
- <http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.html>. (02 Ekim 2007).
- Ikeda I, Otsuki M, Sadr A, Nomura T, Kishikawa R, Tagami J. Effect of filler content of flowable composites on resin-cavity interface. *Dent Mater J.* 2009; 28(6): 679-85.
- Imai A, Takamizawa T, Sai K, Tsujimoto A, Nojiri K, Endo H, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Influence of application method on surface free-energy and bond strength of universal adhesive systems to enamel. *Eur J Oral Sci.* 2017. doi: 10.1111/eos.12361.

- Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van Meerbeek B. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent.* 2001; 3(3): 237-45.
- ISO technical report 11405. Guidance on testing of adhesion to tooth structure. 1994; 1:15.
- Jackson RD, Morgan M. The new posterior resins and a simplified placement technique. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131(3): 375-83.
- Jafari A, Shahabi S, Chiniforush N, Shariat A. Comparison of the shear bond strength of resin modified glass ionomer to enamel in bur-prepared or lased teeth (Er:YAG). *Journal of Dentistry of Tehran University.* 2013; 10(2): 119-23.
- Jensen ME. Chapter 3: Dentin bonding agents. In: Aschheim KW, Dale BG. *Esthetic Dentistry / A clinical approach to techniques and materials*, Mosby-Year Book Inc. 2001, 2nd Edition, St. Louis, p: 41-3.
- Johnston CD, Burden DJ, Hussey DL, Mitchell CA. Bonding to molars--the effect of etch time (an *in vitro* study). *Eur J Orthod.* 1998; 20(2): 195-9.
- Juloski J, Goracci C, Rengo C, Giovannetti A, Vichi A, Vulicevic ZR, Ferrari M. Enamel and dentin bond strength of new simplified adhesive materials with and without preliminary phosphoric acid-etching. *Am J Dent.* 2012; 25(4): 239-43.
- Jurić H. Current possibilities in occlusal caries management. *Acta Med Acad.* 2013; 42(2): 216-22.
- Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med.* 2007; 18(1): 155-63.
- Kalra P, Suprabha BS, Rao A, Shenoy R, Lewis AJ. Bond strength of a sealant to enamel after a cariogenic challenge using three bonding protocols: an *in vitro* study. *J Dent Child (Chic).* 2015; 82(1): 16-21.
- Karandish M. The efficiency of laser application on the enamel surface: a systematic review. *J Lasers Med Sci.* 2014; 5(3): 108-14.
- Keinan D, Mass E, Zilberman U. Absorption of nickel, chromium, and iron by the root surface of primary molars covered with stainless steel crowns. *Int J Dent.* 2010; 2010: 326124.
- Keller U, Hibst R. Effects of Er:YAG laser on enamel bonding of composite materials. *SPIE.* 1993; 1880: 163.
- Khalefa M, Finke C, Jost-Brinkmann PG. Effects of air-polishing devices with different abrasives on bovine primary and second teeth and deciduous human teeth. *J Orofac Orthop.* 2013; 74(5): 370-80.
- Khan AA. The permanent first molar as an indicator for predicting caries activity. *Int Dental J.* 1994; 44(6): 623-7.
- Kidd EA, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res.* 2004; 83 Spec No C: C35-8.
- Kidd EA. How "clean" must a cavity be before restoration? *Caries Res.* 2004; 38(3): 305-13.
- Kim SS, Park WK, Son WS, Ahn HS, Ro JH, Kim YD. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132(1): 71-6.
- Kinney JH, Balooch M, Marshall SJ, Marshall GW Jr, Weihs TP. Hardness and Young's modulus of human peritubular and intertubular dentine. *Arch Oral Biol.* 1996; 41(1): 9-13.
- Kodaka T, Debari K, Yamada M, Kuroiwa M. Correlation between microhardness and mineral content in sound human enamel (short communication). *Caries Res.* 1992; 26(2): 139-41.
- Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: The effect of smear layers. *Dent Mater.* 2000; 17(2): 122-6.

- Krejci I, Häusler T, Sägeser, Lutz F. New adhesives in class V restorations under combined load and simulated dentinal fluid. *Dent Mater.* 1994; 10(5): 331–5.
- Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131 Suppl: 20S-25S.
- Kwon YH, Kwon OW, Kim HI, Kim KH. Nd:YAG laser ablation and acid resistance of enamel. *Dent Mater J.* 2003; 22(3): 404-11.
- Lam A. Increase in utilization of dental sealants. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 19(3): 81-7.
- LeGeros RZ. Apatites in Biological Systems. *Prog Crystal Growth Charac.* 1981; 4: 1-45.
- Legler LR, Retief DH, Bradley EL. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an *in vitro* study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990; 98(2): 154-60.
- Leichter I, Margulies JY, Weinreb A, Mizrahi J, Robin GC, Conforty B, Makin M, Bloch B. The relationship between bone density, mineral content, and mechanical strength in the femoral neck. *Clin Orthop Relat Res.* 1982; 163: 272-81.
- Leinfelder KF. Dentin adhesives for the twenty-first century. *Dent Clin N Am.* 2001; 45(1): 1-6.
- Lenzi TL, Menezes LB, Soares FZ, Rocha RO. Effect of air abrasion and polishing on primary molar fissures. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2013; 14(2): 117-20.
- Liberman R, Segal TH, Nordenberg D, Serebro LI. Adhesion of composite materials to enamel: Comparison between the use of acid and lasing as pretreatment. *Lasers Surg Med.* 1984; 4(4): 323-7.
- Love G, Scott VD. Electron probe microanalysis using soft X rays a review. Part 1: Instrumentation, spectrum processing and detection sensitivity. *J Microsc.* 2001; 201(1): 1-32.
- Loyola-Rodriguez JP, Zavala-Alonso V, Reyes-Vela E, Patiño-Marin N, Ruiz F, Anusavice KJ. Atomic force microscopy observation of the enamel roughness and depth profile after phosphoric acid etching. *J Electron Microsc.* 2010; 59(2): 119-25.
- Lukac M, Marko M, Ladislav G. Super VSP Er:YAG pulses for fast and precise cavity preparation. *J Oral Laser Appl.* 2004; 4:171–173.
- Lukac M, Primc NM, Pirnat S. Quantum square pulse Er:YAG lasers for fast and precise hard dental tissue preparation. *J LAHA.* 2012; 1: 14–21.
- Lussi A, Jäggi T, Schärer S. The influence of different factors on *in vitro* enamel erosion. *Caries Res.* 1993; 27(5): 387-93.
- Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent.* 1983; 50(4): 480-8.
- Mahmoud SH, Ahmed ME, Mahmoud KM, Grawish Mel-A, Zaher AR. Effects of phosphoric acid concentration and etching duration on enamel and dentin tissues of uremic patients receiving hemodialysis: an AFM study. *J Adhes Dent.* 2012; 14(3): 215-21.
- Malmström HS, Schlueter M, Roach T, Moss ME. Effect of thickness of flowable resins on marginal leakage in class II composite restorations. *Oper Dent.* 2002; 27(4): 373-80.
- Manhart J, Chen HY, Hickel R. The suitability of packable resin composites for posterior restorations. *J Am Dent Assoc.* 2001; 132(5): 639-15.
- Manhart J, García-Godoy F, Hickel R. Direct posterior restorations: clinical results and new developments. *Dent Clin North Am.* 2002; 46(2): 303-39.
- Manhart J, Kunzelmann, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resin. *Dent Mater.* 2000; 16(1): 33-40.
- Manji F, Fejerskov O, Nagelkerke NJ, Baelum V. A random effects model for some epidemiological features of dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1991; 19(6): 324-8.

- Markovic DLJ, Petrovic BB, Peric TO. Fluoride content and recharge ability of five glassionomer dental materials. *BioMed Central Oral Health*. 2008; 8: 21.
- Marraccini TM, Bachmann L, Wigdor HA, Walsh Jr JT, Turbino ML, Stabholtz A, Zezell DM. Enamel and dentin irradiation with 9.6µm CO₂ and 2.94 µm Er:YAG lasers: bond strength evaluation. *Laser Phys Let*. 2006; 3(2): 96–101.
- Marthaler TM. Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res*. 2004; 38(3): 173-81.
- Martin N, Jedyakiewicz N. Measurement of water sorption in dental composites. *Biomaterials* 1998; 19: 77-83.
- Martinez-Insua A, Da Silva DL, Rivera FG, Santana-Penin UA. Differences in bonding to acid-etched or Er:YAG-laser treated enamel and dentin surfaces. *J Prosthet Dent*. 2000; 84(3): 280–8.
- Matei R, Popescu MR, Suciuc M, Rauten AM. Clinical dental adhesive application: the influence on composite-enamel interface morphology. *Rom J Morphol Embryol*. 2014; 55(3): 863-8.
- Mc Donough WG, Antonucci JM, He J, Shimada Y, Chiang MYM, Schumacher GE, Schultheisz CR. A microshear test to measure bond strength of dentin-polymer interfaces. *Biomaterials*. 2002; 23: 3603-8.
- Méndez-Vilas A, Bruque JM, González-Martín ML. Sensitivity of surface roughness parameters to changes in the density of scanning points in multi-scale AFM studies, Application to a biomaterial surface. *Ultramicroscopy*. 2007; 107(8): 617-25.
- Méndez-Vilas A, Gallardo-Moreno AM, González-Martín ML. Atomic force microscopy of mechanically trapped bacterial cells. *Microsc Microanal*. 2007; 13(1): 55-64.
- Mikulewicz M, Szymkowski J, Matthews-Brzozowska T. SEM and profilometric evaluation of enamel surface after air rotor stripping – an *in vitro* study. *Acta Bioeng Biomech*. 2007; 9(1): 11-7.
- Milia E, Cumbo E, Cardoso RJ, Gallina G. Current dental adhesives systems. A narrative review. *Curr Pharm Des*. 2012; 18(34): 5542-52.
- Moller H, Schroder U. Early natural subsurface caries. A SEM study of the enamel surface before and after remineralization. *Caries Res*. 1986; 20(2): 97-102.
- Murchison D, Charlton D, Moore W. Comparative radiopacity of flowable resin composites. *Quintessence Int*. 1999; 30(3): 179-84.
- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982; 16(3): 265-73.
- Nelson AE, Hildebrand NKS, Major PW. Mature dental enamel [calcium hydroxyapatite, Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂] by XPS. *Surf Sci Spectra*. 2002; 9: 250-9.
- Nikaido T, Yamada T, Koh Y, Burrow MF, Takatsu T. Effect of air-powder polishing on adhesion of bonding systems to tooth substrates. *Dent Mater*. 1995; 11(4): 258-64.
- Oberholzer TG, Du Preez IC, Kidd M. Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. *Biomaterials*. 2005; 26(18): 3981-6.
- Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Tagami J. Effect of self-etching primer vs phosphoric acid etchant on bonding to bur-prepared dentin. *Oper Dent*. 2002; 27(5): 447-54.
- Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW. The influence of the dentin smear layer on adhesion: A self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater*. 2003; 19(8): 758-67.
- Özyeşil AG, Günel Ş, Belli S, Eskitaşcıoğlu G. İki farklı bağlanma dayanımı testinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2009; 18: 118-21.
- Pachaly R, Pozzobon RT. Analysis of surface roughness of human enamel exposed to bleaching agent and submitted to brushing. *Acta Odontol Latinoam*. 2012; 25(1): 59-66.

- Pan H, Tao J, Yu X, Fu L, Zhang J, Zeng X, Xu G, Tang R. Anisotropic demineralization and oriented assembly of hydroxyapatite crystals in enamel: smart structures of biominerals. *J Phys Chem B*. 2008; 112(24): 7162-5.
- Papagiannoulis L, Kakaboura A, Eliades G. *In vivo vs in vitro* anticariogenic behavior of glass-ionomer and resin composite restorative materials. *Dent Mater*. 2002; 18(8): 561-9.
- Paradella TC, Koga-Ito CY, Jorge AO. Ability of different restorative materials to prevent in situ secondary caries: analysis by polarized light microscopy and energy-dispersive X-ray. *Eur J Oral Sci*. 2008; 116(4): 375-80.
- Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent Mater*. 1995; 11(2): 117-25.
- Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater*. 2001; 17(5): 430-44.
- Pecora N, Yaman P, Dennison J, Herrero A. Comparison of shear bond strength relative to two testing devices. *J Prosthet Dent*. 2002; 88(5): 511-5.
- Perdigao J, Carmo AR, Anauate-Netto C, Amore R, Lewgoy HR, Cordeiro HJ, Dutra-Corrêa M, Castilhos N. Clinical performance of a self-etching adhesive at 18 months. *Am J Dent*. 2005; 18(2): 135-40.
- Perdigao J, Geraldini S. Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *J Esthet Restor Dent*. 2003; 15(1): 32-41; discussion 42.
- Perdigao J, Swift EJ. Fundamental concept of enamel and dentin adhesion. Ed. Roberson, TM, Heymann, HO, Swift, EJ, In: *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Mosby Elsevier Inc. 2009. Fifth Edition, Missouri, USA, p: 245-68.
- Perdigao J, Swift EJ. Fundamental concept of enamel and dentin adhesion. Ed. Roberson, TM, Heymann, HO, Swift, EJ, In: *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Mosby Inc. 2006, 5th Edition, Missouri, USA, p: 243-71.
- Perdigao J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am*. 2007; 51(2): 333-57, viii.
- Perinka L, Sano H, Hosoda H. Dentin thickness, hardness and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater*. 1992; 8(4): 229-33.
- Perondi PR, Oliveira PHC, Cassoni A, Reis AF, Rodrigues JA. Ultimate tensile strength and microhardness of glass ionomer materials. *Braz. Dent. Sci*. 2014; 1(17): 16-22.
- Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Community Dent Oral Epidemiol* 2004; 32(5): 319-21.
- Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. A 13-year clinical evaluation of two three-step etch-and-rinse adhesives in non-carious class-V lesions. *Clin Oral Investig*. 2012; 16(1): 129-37.
- Phrukkannon S, Burrow MF, Tyas MJ. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. *Dent Mater*. 1998; 14(3): 212-21.
- Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW, McTigue DJ, Nowak AJ. *Pediatric Dentistry. Infancy through adolescence*. Elsevier Saunders, 2005, 4th Edition, Missouri, USA, p: 199-203.
- Pires PT, Ferreira JC, Oliveira SA, Azevedo AF, Dias WR, Melo PR. Shear bond strength and SEM morphology evaluation of different dental adhesives to enamel prepared with Er:YAG laser. *Contemp Clin Dent*. 2013; 4(1): 20-6.
- Pitts NB, Stamm JW. International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT)--final consensus statements: agreeing where the evidence leads. *J Dent Res*. 2004; 83 Spec No C: C125-8.
- Poggio C, Beltrami R, Colombo M, Chiesa M, Scribante A. Influence of dentin pretreatment on bond strength of universal adhesives. *Journal Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*. 2017; 3(1): 30-5.
- Powers JM, Sakaguchi R L. *Resin Composite Restorative Materials. Craig's Restorative Dental Materials*. Mosby Elsevier Inc. 2006, 12th Edition, Missouri, USA, p: 28-50.

- Powis DR, Folleras T, Merson SA, Wilson AD. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res.* 1982; 61(12): 1416–22.
- Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(3): 659-75.
- Raposo CC, Santana IL. Shear bond strength of self-etch and total-etch adhesives to bovine enamel and dentin. *Rev Odonto Cienc.* 2012; 27(2): 143-6.
- Raposo M, Ferreira Q, Ribeiro PA. A guide for atomic force microscopy analysis for soft-condensed matter. *Modern Research and Educational Topics in Microscopy.* 2007; 758-69.
- Reitznerová E, Amarasiriwardena D, Kopcáková M, Barnes RM. Determination of some trace elements in human tooth enamel. *Fresenius J Anal Chem.* 2000; 367(8): 748-54.
- Rengo C, Goracci C, Juloski J, Chieffi N, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M. Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Aust Dent J.* 2012; 57(2): 220-6.
- Ricketts DN, Pitts NB. Traditional operative treatment options. *Monogr Oral Sci.* 2009; 21: 164-73.
- Robberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* Mosby Elsevier Inc. 2011, 5th Edition, Missouri, USA, p: 847-83.
- Robinson C, Shore RC, Brookes J, Stafford S, Wood SR, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol.* 2000; 11(4): 481-95.
- Robinson C, Weatherell JA, Hallsworth AS. Distribution of magnesium in mature human enamel. *Caries Res.* 1981; 15: 70-7.
- Rodríguez-Vilchis LE, Contreras-Bulnes R, Olea-Mejia OF, Sánchez-Flores I, Centeno-Pedraza C. Morphological and structural changes on human dental enamel after Er:YAG laser irradiation: AFM, SEM, and EDS evaluation. *Photomed Laser Surg.* 2011; 29(7): 493-500.
- Rodríguez-Vilchis LE, Contreras-Bulnes R, Sánchez-Flores I, Samano EC. Acid resistance and structural changes of human dental enamel treated with Er:YAG laser. *Photomed Laser Surg.* 2010; 28(2): 207-11.
- Rohanizadeh R, LeGeros RZ, Fan D, Jean A, Daculsi G. Ultrastructural properties of laser irradiated and heat-treated dentin. *J Dent Res.* 1999; 78(12): 1829-35.
- Rosin-Grget K, Lincir I, Tudja M. Effect of amine fluoride on enamel surface morphology. *Coll Antropol.* 2000; 24(2): 501-8.
- Roth KK, Struss N, Ahrens G. Histologic verification of the reliability of clinical caries diagnoses. *Dtsch Zahnärztl Z.* 1990; 12(45): 782-84.
- Sağır S, Usumez A, Ademci E, Usumez S. Effect of enamel laser irradiation at different pulse settings on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2013; 83(6): 973-80.
- Sakae TT. X-ray diffraction and thermal studies of crystals from the outer and inner layers of human dental enamel. *Arch Oral Biol.* 1988; 33(10): 707-13.
- Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater.* 1994; 10(4): 236-40.
- Sarkar S, Roychowdhury P. Chemical analysis of sound and carious enamel of permanent tooth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 1997; 15(4): 121-3.
- Sasaki LH, Lobo PD, Moriyama Y, Watanabe IS, Villaverde AB, Tanaka CS, Moriyama EH, Brugnera A Jr. Tensile bond strength and SEM analysis of enamel etched with Er:YAG laser and phosphoric acid: a comparative study *in vitro.* *Braz Dent J.* 2008; 19(1): 57-61.
- Sattabanasuk V, Vachiramon V, Qian F, Armstrong SR. Resin-dentin bond strength as related to different surface preparation methods. *J Dent.* 2007; 35(6): 467-75.

- Schaad P, Paris E, Cuisinier FJ, Voegel JC. Atomic force microscopy study of human tooth enamel surfaces. *Scanning Microsc.* 1993; 7(4): 1149-52.
- Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater.* 1998; 14(3): 194-201.
- Schwendicke F, Doméjean S, Ricketts D, Peters M. Managing caries: the need to close the gap between the evidence base and current practice. *Br Dent J.* 2015; 219(9): 433-8.
- Scougall-Vilchis RJ, Hotta Y, Hotta M, Idono T, Yamamoto K. Examination of composite resins with electron microscopy, microhardness tester and energy dispersive X-ray microanalyzer. *Dent Mater J.* 2009; 28(1): 102-12.
- Secilmis A, Usumez A, Usumez S, Berk G. Evaluation of mineral content of enamel prepared by erbium, chromium:yttrium-scandiumgallium- garnet laser. *Lasers Med Sci.* 2010; 25(4): 467-72.
- Selwitz RH, Ismail A, Pitts NB. Dental caries. *Lancet.* 2007; 369(9555): 51-9.
- Sengun A, Orucoglu H, Ipekdal I, Ozer F. Adhesion of Two Bonding Systems to Air-Abraded or Bur-Abraded Human Enamel Surfaces. *Eur J Dent.* 2008; 2(3): 167-75.
- Shellis RP. Variations in growth of the enamel crown in human teeth and a possible relationship between growth and enamel structure. *Arch Oral Biol.* 1984; 29(9): 697-705.
- Shirai K, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Shintani H, Van Meerbeek B. Effect of cavity configuration and ageing on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater.* 2005; 21(2): 110-24.
- Silva RC, Zuanon ACC. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. *Braz Dent J.* 2006; 17(2): 106-9.
- Simi B, Suprabha B. Evaluation of microleakage in posterior nanocomposite restorations with adhesive liners. *J Conserv Dent.* 2011; 14(2): 178-81.
- Skinner HCW. Biominerals. *Mineral Mag.* 2005; 69: 621-41.
- Söderholm KJ, Guelmann M, Bimstein E. Shear bond strength of one 4th and two 7th generation bonding agents when used by operators with different bonding experience. *J Adhes Dent.* 2005; 7(1): 57-64.
- SPSS/PC Version 21.0; SPSS Inc, Chicago, IL, ABD, 2016.
- Stewart AD, Boyde A. Ion etching of dental tissue in a scanning electron microscope. *Nature.* 1962; 196: 81-2.
- Sturdevant JR. Clinical significance of dental anatomy, histology, physiology, and occlusion. In Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ editors. *Art and science of operative dentistry.* Mosby Elsevier Inc. 2006, 5th Edition, St Louis, USA, p: 17-64.
- Subramaniam P, Konde S, Mandanna DK. Retention of a resin-based sealant and a glass ionomer used as a fissure sealant: a comparative clinical study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2008; 26(3): 114-20.
- Sudsangiam S, Van Noort R. Do dentin bond strength tests serve a usefull purpose? *J Adhes Dent.* 1999; 1(1): 57-67.
- Summit JB, Schwartz RS, Hilton TJ, Santos JD. Biologic considerations N. JW (Ed.). *Fundamentals of Operative Dentistry.* Quintessence Publishing Co, Inc. 2006, 3trd Edition, USA, p: 183-26.
- Suzuki T, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Endo H, Erickson RL, Latta MA, Miyazaki M. Influence of Etching Mode on Enamel Bond Durability of Universal Adhesive Systems. *Oper Dent.* 2016; 41(5): 520-30.
- Svizero NR, Carvalho RS, Domingues LA, Pegorado CN, Francischone CH, Rocha MCA. Shear bond strength of resin composite to enamel treated with Er: Y AG laser and phosphoric acid. - *Brazilian Dental.* 2010; 10(4): 2007.


- Swift EJ Jr, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int.* 1995; 26(2): 95-110.
- Swift EJ Jr. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent.* 2002; 24(5): 456-61.
- Şıracı E, Turgut MD. Süt dişlerinde asitle pürüzlendirme. *TDB Derg.* 2004; 82: 26-8.
- Şimşek M, Yıldız E. Lasers in pediatric dentistry. *Gaziantep Med J.* 2014; 20(2): 113-119.
- Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Properties of four composite veneering materials polymerized with different laboratory photo-curing units. *J Oral Rehabil* 1998; 25(5): 358-64.
- Targino AG, Rosenblatt A, Oliveira AF, Chaves AM, Santos VE. The relationship of enamel defects and caries: a cohort study. *Oral Dis.* 2011; 17(4): 420-6.
- Tekçe N, Demirci M, Tuncer S. Dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanıklılığını değerlendirme yöntemleri. *İÜ Diş Hek Fak Derg.* 2013; 47(1): 73-91.
- Ten Cate AR. Oral histology, development, structure and function. Mosby CV, 1989, St. Louis, USA, p: 197.
- Tosun G, Şener Y, Şengün A. Kompozit rezinin mineye bağlanma dayanımı üzerine farklı saklama solüsyonlarının etkisi. *Haccetepe Üniv Dişhek. Fak. Derg.* 2005; 29: 2-6.
- Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry: a review. FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J.* 2000; 50(1): 1-12.
- Tyas MJ, Burrow MF. Adhesive restorative materials: a review. *Aust Dent J.* 2004; 49(3): 112-21; quiz 154.
- Unlu N, Ermis RB, Sener S, Kucukyilmaz E, Cetin AR. An *in vitro* comparison of different diagnostic methods in detection of residual dentinal caries. *Int J Dent.* 2010; 2010: 864935.
- Usha M, Deepak V, Venkat S, Gargi M. Treatment of severely mutilated incisors: a challenge to the pedodontist. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2007; 25 Suppl: S34-6.
- Usumez A, Aykent F. Bond strengths of porcelain laminate veneers to tooth surfaces prepared with acid and Er,Cr:YSGG laser etching. *J Prosthet Dent.* 2003; 90(1): 24-30.
- Vaderhobli RM. Advances in dental materials. *Dent Clin North Am.* 2011; 55(3): 619-25.
- Van Landuyt K, De Munck J, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding to dentin: smear layer and the process of hybridization. In: Eliades G, Watts DC, Eliades T, editors. *Dental hard tissues and bonding interfacial phenomena and related properties.* Springer; 2005, Berlin, Germany, p: 89-122.
- Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.* 2007; 28(26): 3757-85.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003; 28(3): 215-35.
- Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent.* 1998; 26(1): 1-20.
- Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, De Munck J. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.* 2010; 26(2): 100-21.
- Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Inoue S, Yoshida Y, Perdigão J, Lambrechts P, Peumans M, Bonding to enamel and dentin, In: Summit JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, editors. *Fundamentals of Operative Dentistry.* Quintessence Publishing Co, Inc. 2006, 3rd Edition, Illinois, USA, p: 183-260.
- Van Meerbeek B, Vargas S, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts R, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent. Supplement,* 2001; 6: 119-44.

- Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011; 27(1): 17-28.
- Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardev G. A critique of bond strength measurements. *J Dent.* 1989; 17(2): 61-7.
- Vicente A, Bravo LA, Romero M. Self-etching primer and a non-rinse conditioner versus phosphoric acid: alternative methods for bonding brackets. *Eur J Orthod.* 2006; 28(2): 173-8.
- Visuri SR, Gilbert JL, Wright DD, Wigdor HA, Walsh JT JR. Shear strength of composite bonded to Er:YAG laserprepared dentin. *J Dent Res.* 1996; 75(1): 599-605.
- Wan Bakar W, McIntyre J. Susceptibility of selected tooth-coloured dental materials to damage by common erosive acids. *Aust Dent J.* 2008; 53(3): 226-34.
- Wang C, Zhao Y, Zheng S, Xue J, Zhou J, Tang Y, Jiang L, Li W. Dental enamel roughness with different acid etching times: Atomic force microscopy study. *Scanning.* 2015; 37(5): 313-21.
- Wang L, Tang R, Bonstein T, Orme CA, Bush PJ, Nancollas GH. A new model for nanoscale enamel dissolution. *J Phys Chem B.* 2005; 109(2): 999-1005.
- Weatherell JA, Robinson C, Hallsworth AS. Variations in the chemical composition of human enamel. *J Dent Res.* 1974; 53(2): 180-92.
- Weerasinghe DD, Nikaido T, Ichinose S, Waidyasekara KG, Tagami J. Scanning electron microscopy and energy-dispersive X-ray analysis of self-etching adhesive systems to ground and unground enamel. *J Mater Sci Mater Med.* 2007; 18(6): 1111-6.
- Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA. European Academy of Paediatric Dentistry. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent.* 2004; 5(3): 179-84.
- White AJ, Yorath C, ten Hengel V, Leary SD, Huysmans MC, Barbour ME. Human and bovine enamel erosion under 'singledrink' conditions *Eur J Oral Sci.* 2010; 118(6): 604-9.
- Willems G, Celis JP, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Hardness and Young's modulus determined by nanoindentation technique of filler particles of dental restorative materials compared with human enamel. *J Biomed Mater Res.* 1993; 27(6): 747-55.
- Wilson KS, Zhang K, Antonucci JM. Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials.* 2005; 26(25): 5095-103.
- Yap AU, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. *Oper Dent.* 2004; 29(3): 269-74.
- Yassaei S, Aghili H, Joshan N. Effects of removing adhesive from tooth surfaces by Er:YAG laser and a composite bur on enamel surface roughness and pulp chamber temperature. *Dent Res J (Isfahan).* 2015; 12(3): 254-9.
- Yazıcı AR, Özgünaltay G, Dayangaç B. A scanning electron microscopic study of different caries removal techniques on human dentin. *Oper Dent.* 2002; 27(4): 360-6.
- Yazıcı AR, Özgünaltay G, Dayangaç B. The effect of different types of flowable restorative resins on microleakage of Class V cavities. *Oper Dent.* 2003; 28(6): 773-8.
- Yeşilyurt A, Gökay O. Kompozit rezinlerin mine ve dentine makaslama dayanımları üzerine air-abrazyonun etkisi. *A.Ü. Dis Hek. Fak. Derg.* 2005; 32(3): 191-200.
- Yılmaz B, Özyurt P. Cam-ionomer simanların yüzey pürüzlülüğü üzerine farklı bitirme tekniklerinin etkisinin araştırılması. *J Dental Sci.* 1999; 5: 118-25.
- Zafar MS, Ahmed N. The effects of acid etching time on surface mechanical properties of dental hard tissues. *Dent Mater J.* 2015; 34(3): 315-20.

7. ÖZGEÇMİŞ

T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

ADI SOYADI:	Büşra BOSTANCI	İMZA: 
DOĞUM YERİ:	İspir, ERZURUM	
DOĞUM TARİHİ:	21.09.1990	
MEDENİ DURUMU:	Bekar	
ÖĞRENİM DURUMU		
DERECE	OKULUN ADI	YIL
İLKÖĞRETİM:	Merkez İlköğretim Okulu	1996-2004
LİSE:	Üsküdar Çağrıbey Anadolu Lisesi	2004-2008
LİSANS:	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2008-2013
YÜKSEK LİSANS:	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2008-2013
DOKTORA:	Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı	2014-2017
ADRES:	Cumhuriyet Mahallesi Dadaş Sokak No:60/4 Bulgurlu/Üsküdar/İstanbul	
E-MAIL:	dtbusrabostancii@gmail.com	
YABANCI DİL VE PUANI:	İngilizce-2017: 72,5	
YÜKSEK LİSANS TEZİ VE DANIŞMANI:	Kişiye özel abutment tasarımı - CAD/CAM kullanımı Prof. Dr. Tonguç Sülün.	
BİLİMSEL TOPLANTILARDA TAKDİM EDİLEN VE BİLDİRİ KİTABINDA BASILAN POSTER VE SUNUMLAR:	<p>Korkut E, <u>Bostancı B</u>, Unlu N, Sener Y. The Evaluation of the Effects of Different Remineralization Agents on Bovine Enamel Surface. 47th Meeting of CED-IADR 2015, Antalya. Poster Presentation.</p> <p><u>Bostancı B</u>, Gezgin O, Korkut E, Sener Y. The Investigation Of Incidence And Localization Of Caries In Different Stage Of Dental Development. 21st BaSS Congress 2016, Banja Luka. Oral Presentation.</p> <p>Demiray F, Korkut E, Gezgin O, Şener Y, <u>Bostancı B</u>. Adams-Oliver Syndrome: a Case Report. 21st BaSS Congress 2016, Banja Luka. Poster Presentation.</p> <p>Gezgin O, Korkut E, <u>Bostancı B</u>, Ozer H, Sener Y. Analysis Of Surface Characteristics And Radiopacity Of Bioactive Pulp Capping Materials. 22nd BaSS Congress 2017, Thessaloniki. Oral Presentation.</p>	
ULUSAL DERGİLERDE YAYIMLANAN MAKALELER:	<p>Korkut E, <u>Bostancı B</u>, Hüseyin H, Şener Y. Lowe Sendromlu Bir Olgunun Dental Bulguları. Türkiye Klinikleri J Dental Sci Cases. 2015; 1(2): 88-93.</p> <p><u>Bostancı B</u>, Korkut E, Ünlü N. Dental Findings In Marfan Syndrome: A Case Report. J Istanbul Univ Fac Dent. 2017; 51(2): 53-61.</p> <p><u>Bostancı B</u>, Korkut E, Ünlü N. Başlangıç Mine Lezyonlarının Flor İçermeyen ve Operatif Olmayan Tedavi Yöntemleri: Bir Derleme. Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics 2017;3(1):7-13.</p>	
ULUSLARARASI DERGİLERDE YAYIMLANAN MAKALELER:	Demiray F, Korkut E, Gezgin O, Şener Y, <u>Bostancı B</u> . Adams-Oliver Syndrome: a Case Report. Balk J Dent Med. 2017; 21: 60-64.	
PROJELER:	Farklı Remineralizasyon Ajanlarının Sığır Minesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi- Yardımcı Yürütücü (%20) / 26.03.2015-26.03.2016.	

8. EKLER

EK A: Etik Kurul Onayı



NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: 2016/011

14.12.2016

Sayın Prof. Dr. Yağmur ŞENER

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'nun 14.12.2016 tarihinde yapılan 2016/11 sayılı toplantısında, yürütücüsü olduğunuz "Farklı Yüzey Hazırlama Tekniklerinin Minenin Yüzey Özellikleri ve Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkileri" başlıklı projenin bilimsel etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.

Saygılarımla...

Doç. Dr. Ali Rıza TUNÇDEMİR

NEÜ Diş Hekimliği Fakültesi

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar

Etik Kurul Bşk.