



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**FARKLI ADEZİV SİSTEMLER KULLANILARAK YAPILAN IMMEDIATE DENTİN  
SEALING (HEMEN DENTİN KAPAMA) İŞLEMİNİN MONOLİTİK ZİRKON  
BLOKLARIN DENTİNE OLAN BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Leyla FAZLIOĞLU**

**Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Burcu OĞLAKÇI**

**Mayıs 2023**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**FARKLI ADEZİV SİSTEMLER KULLANILARAK YAPILAN IMMEDIATE DENTİN  
SEALING (HEMEN DENTİN KAPAMA) İŞLEMİNİN MONOLİTİK ZİRKON  
BLOKLARIN DENTİNE OLAN BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Leyla FAZLIOĞLU**

**Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Burcu OĞLAKÇI**

Bu çalışma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinatörlüğü tarafından 20210814 proje numarası ile desteklenmiştir.

**MAYIS 2023**

*Canım aileme...*



## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi birikimi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, tez çalışmam boyunca her konuda desteğini hissettiğim, değerli tez danışman hocam sayın Doç. Dr. Burcu OĞLAKÇI'ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle, klinik deneyimlerini benimle paylaşan, değerli hocalarım sayın Prof.Dr.Evrım ELİGÜZELOĞLU DALKILIÇ ve Prof. Dr. Nazmiye DÖNMEZ'e,

Eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, gelişimime katkı sağlayan değerli öğretim üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Zümrüt Ceren ÖZDUMAN' ve Dr.Öğr.Üyesi Ceren DEĞER'e,

Eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli hocalarım ve asistan arkadaşlarıma,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte hep yanımda olan canım arkadaşım Büşra DÜŞÜN'e

Tez çalışmamın laboratuvar kısmına sağladığı katkılarından dolayı kıymetli hocalarım sayın Prof. Dr. Dilek TAĞTEKİN, Dr.Serhat KÖKEN'e ve Sement Dental'e,

Tez jürimde yer alan,aynı zamanda danışman hocamın da tez danışmanı olan değerli hocam sayın Prof. Dr. Neslihan ARHUN'a,

Tezimi 20210814 numaralı proje ile destekleyen Bezmialem Vakıf Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Hayatım boyunca desteklerini ve sevgilerini hep yanımda hissettiğim, bugünlere gelmemde büyük emeği olan kıymetli babam Ramiz FAZLIOĞLU'na canım annem Gülten FAZLIOĞLU'na, değerli kardeşlerim Naile FAZLIOĞLU ve Merve FAZLIOĞLU'na, her anımda hep yanımda olan, destekleriyle beni güçlendiren canım aileme,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2023

Leyla FAZLIOĞLU  
(Diş Hekimi)

## **BEYAN**

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

Leyla FAZLIOĞLU

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
BEYAN.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR.....	viii
SEMBOLLER.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Adeziv Diş Hekimliği.....	4
2.1.1 Dentine adezyon.....	4
2.2 Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması.....	6
2.2.1 Mine ve dentin arasındaki ilişkiye göre adeziv sistemler.....	7
2.2.1.1 Etch &rinse sistemler.....	7
2.2.1.2 Self-etch sistemler.....	8
2.2.1.3 Universal adeziv sistemler.....	9
2.3 Immediate Dentin Sealing (Hemen Dentin Kapama).....	11
2.3.1 Immediate dentin sealing uygulama yöntemi.....	12
2.3.2 IDS işlemi başarısının bağlı olduğu faktörler.....	12
2.3.2.1 Adeziv sistem tipi.....	13
2.3.2.2 Yüzey hazırlık yöntemleri.....	13
2.3.2.3 Film kalınlığı.....	13
2.3.2.4 Yapıştırıcı siman ile etkileşim.....	14
2.3.2.5 Preperasyon dizaynı ile etkileşim.....	14
2.3.2.6 Restorasyonu yerleştirme zamanı.....	15
2.3.2.7 Mikrosızıntı/final restorasyonun adaptasyonu.....	15
2.3.2.8 Hipersensitivite.....	15
2.4. İndirekt CAD-CAM Restorasyonlar.....	16
2.5. Zirkonya Esaslı Tam Seramik Restorasyonlar.....	17
2.5.1 Zirkonya esaslı tam seramiklerin simantasyonu.....	18
2.5.1.1 Etch&rinse (asitle ve yıka) rezin simanlar.....	19
2.5.1.2 Self-etch (kendinden asitli) rezin simanlar.....	19
2.5.1.3 Self-adeziv (kendinden adezivli) rezin simanlar.....	20
2.6 Simantasyon Öncesi Yüzey İşlemleri.....	20
2.6.1 Mekanik yüzey işlemleri.....	21
2.6.1.1 Kuşlama.....	21

2.6.1.2 Döner aletler ile pürüzlendirme.....	21
2.6.1.3 Lazer ile pürüzlendirme.....	22
2.5.1.4 Plazma spreji yöntemi.....	22
2.6.2 Kimyasal yüzey işlemleri.....	22
2.6.2.1 Silan uygulaması.....	22
2.6.2.2 Primer uygulaması.....	23
2.6.2.3 Selektif infiltrasyon etching (SIE).....	23
2.6.3. Mekanik ve kimyasal yüzey işlemleri.....	23
2.6.3.1 Tribokimyasal silika kaplama.....	23
2.6.3.2. Pirokimyasal Silika Kaplama.....	25
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>26</b>
3.1 Örneklerin Hazırlanması.....	28
3.2 Örneklerin Simantasyonu.....	33
3.3 Termal Siklus ile Yaşlandırma.....	34
3.4 Mikrokesme İşlemi.....	35
3.5 Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Analizi.....	36
3.6 Kontakt Profilometre ile Yüzey Pürüzlülüğü Analizi.....	37
3.7 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Yüzey Morfolojisinin Analizi ve Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisiyle (EDS) Yarı-Kantitatif Elemental Analiz.....	38
3.8 Kırılan Örneklerin Başarısızlık Analizi.....	40
3.9 İstatistiksel Analizi.....	40
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>41</b>
4.1 Mikrogerilim Bağlanma Dayanım Analizi.....	41
4.2 Kontakt Profilometre ile Yüzey Pürüzlülüğü Analizi.....	42
4.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Yüzey Morfolojisinin Analizive enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi (EDS) ile Yarı-kantitatif Elemental Analizi.....	42
4.4 Kırılan Örneklerin Başarısızlık Analizi.....	46
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>48</b>
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>60</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>62</b>
<b>8. EKLER.....</b>	<b>81</b>
<b>9. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>82</b>

## KISALTMALAR

<b>IDS</b>	:Immediate Dentin Sealing (Hemen Dentin Kapama)
<b>CAD-CAM</b>	: Bilgisayar Destekli Tasarım-Bilgisayar Destekli Üretim
<b>CJ</b>	:CoJet
<b>SB</b>	:Sandblasting (Kumlama)
<b>OBU</b>	:Optibond Universal
<b>CUQ</b>	:Clearfil Universal Bond Quick
<b>SBU</b>	:Single Bond Universal
<b>MDP</b>	:Metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat
<b>MDPB</b>	:Metakriloyloxidodesil piridinyum bromür
<b>BIS-GMA</b>	:Bifenol A glisidil metakrilat
<b>TEGDMA</b>	:Trietilen Glikol Dimetakrilat
<b>GPDM</b>	:Glisero-fosfat Dimetakrilat.
<b>HEMA</b>	:Hidroksietilmetakrilat
<b>NaOCl</b>	:Sodyum Hipoklorit
<b>HCL</b>	:Hidroklorik Asit
<b>SIE</b>	:Selektif İnfiltrasyon Etching
<b>SEM</b>	:Taramalı elektron mikroskobu
<b>EDS</b>	:Enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi
<b>Mpa</b>	:Megapaskal
<b>Mm</b>	:Milimetre
<b>Dk</b>	:Dakika
<b>mm/dk</b>	:milimetre/dakika
<b>Sn</b>	:Saniye
<b>kV</b>	: Kilowatt
<b>mW/cm<sup>2</sup></b>	: Miliwatt/santimetrekare
<b>Atm</b>	:Atmosfer basınç
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	:Alüminyum oksit
<b>CO<sub>2</sub></b>	:Karbondioksit
<b>Nm</b>	:Nanometre
<b>µm</b>	:Mikrometre
<b>Y-TZP</b>	:Yitriyum katyonlu tetragonal zirkonyum dioksit polikristali

## SEMBOLLER

°C :Derece Santigrat  
% : Yüzde



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.2.1.3:</b> Piyasada bulunan universal adeziv sistemler ve üretici firmaları.....	10
<b>Tablo 2.2.1.4:</b> Monolitik Zirkonya Esaslı Materyallerin Marka ve Üretici Firmaları	18
<b>Tablo 3</b> : Bu çalışmada kullanılan restoratif materyallerin marka isimleri, üretici firmaları, seri numaraları ve kimyasal içerikleri.....	27
<b>Tablo 4.1</b> :Tüm grupların ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri (MPa) ve standart sapmaları ( $\pm$ SD).....	41
<b>Tablo 4.2</b> :Yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ( $R_a, \mu m$ ) ve standart sapmaları ( $\pm$ SD).....	42
<b>Tablo 4.3:</b> Tüm test edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanım testi sonucu oluşan başarısızlık tipleri ve sayıları.....	46

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 3.1:</b> Silikon ölçü modeli.....	28
<b>Şekil 3.2:</b> Dişlerin mine-sement birleşimi seviyesinde gömülü kalacak şekilde akrile yerleştirilmesi.....	28
<b>Şekil 3.3:</b> Model trimleme cihazı ve koronal dentin yüzeyinin oklüzal 1/3 seviyesinde açığa çıkarılması.....	29
<b>Şekil 3.4:</b> Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blok ve zirkonya örneklerin üretiminde kullanılan CAD/CAM cihazı.....	30
<b>Şekil 3.5:</b> Hazırlanan monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM örneği.....	30
<b>Şekil 3.6:</b> CoJet cihazı.....	31
<b>Şekil 3.7:</b> IDS için kullanılan universal adeziv sistemler.....	33
<b>Şekil 3.8:</b> IDS uygulaması ve adeziv sistemin LED ışık cihazı ile polimerizasyonu.....	33
<b>Şekil 3.9:</b> Kumlama cihazı.....	33
<b>Şekil 3.10:</b> RelyX U200 self-adeziv dual-cure rezin siman.....	34
<b>Şekil 3.11:</b> Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM örneğin simantasyonu.....	34
<b>Şekil 3.12:</b> Termal Siklus Cihazı.....	35
<b>Şekil 3.13:</b> Mikrokesme cihazı ve örneğin mikrokesme cihazına yerleştirmesi.....	35
<b>Şekil 3.14:</b> Mikrokesme işlemi sonucu elde edilen zirkonya-dentin çubukları.....	36
<b>Şekil 3.15:</b> Zirkonya-dentin çubuğun siyanoakrilat adeziv ile sabitlenmesi ve mikrogerilim bağlanma dayanımı cihazına yerleştirilmesi.....	36
<b>Şekil 3.16:</b> Zirkonya-dentin çubuğun mikrogerilim bağlanma dayanım testi sonucunda başarısızlığa uğramış hali.....	37
<b>Şekil 3.17:</b> Kontakt profilemetre cihazı ile yüzey pürüzlülük ölçümü.....	38
<b>Şekil 3.18:</b> Zirkonya blokların (2x2x2 mm) altın-palladyum ile kaplanması.....	39
<b>Şekil 3.19:</b> Zirkonya-dentin örneklerin altın-palladyum ile kaplanması.....	39
<b>Şekil 3.20:</b> Evo LS10, Zeiss taramalı elektron mikroskobu.....	40

<b>Şekil 4.3:</b> SEM ile elde edilen CoJet ve Kumlama ile Pürüzlendirilen Zirkonya Esaslı CAD/ CAM Yüzeylerinin Temsili Görüntüleri (1000x).....	43
<b>Şekil 4.4:</b> CoJet ile pürüzlendirilen zirkonya esaslı CAD/ CAM yüzeylerinde görülen partiküllerin SEM/EDS point analizi görüntüleri ve element analizi (%) grafiği....	43
<b>Şekil 4.5:</b> Kumlama ile pürüzlendirilen zirkonya esaslı CAD/ CAM yüzeylerinde görülen partiküllerin SEM/EDS point analizi görüntüleri ve element analizi (%) grafiği.....	44
<b>Şekil 4.6:</b> Cojet (sol) ve kumlama (sağ) ile pürüzlendirilen zirkonya esaslı CAD/ CAM yüzeylerinde bulunan Ca, O, Al, Hf, Si, Y, Zr elementlerinin (%) grafiksel analizi...44	44
<b>Şekil 4.7:</b> Grupların zirkonya-dentin bağlanma ara yüzlerinin temsili SEM görüntüleri. (1000x, 2000x ve 5000x).....	45
<b>Şekil 4.8:</b> Örneğin zirkonya esaslı seramik yüzeyinde zirkonya-siman adeziv başarısızlık (sol) ve diş yüzeyinde dentin-siman adeziv başarısızlık(sağ).....	47
<b>Şekil 4.9:</b> Örneğin zirkonya esaslı seramik simantasyon yüzeyinde karma başarısızlık (sol) ve diş yüzeyinde karma başarısızlık(sağ).....	47
<b>Şekil 4.10:</b> Örneğin zirkonya esaslı seramik simantasyon yüzeyinde karma başarısızlık (sol) ve diş yüzeyinde yapıştırma simanı koheziv başarısızlık (sağ).....	48

**FARKLI ADEZİV SİSTEMLER KULLANILARAK YAPILAN IMMEDIATE  
DENTIN SEALING (HEMEN DENTİN KAPAMA) İŞLEMİNİN MONOLİTİK  
ZİRKON BLOKLARIN DENTİNE OLAN BAĞLANMA DAYANIMI  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**ÖZET**

Bu tez çalışmasının amacı; farklı universal adeziv sistemler kullanılarak yapılan immediate dentin sealing işleminin (hemen dentin kapama / IDS), farklı yüzey pürüzlendirme yöntemleri uygulanmış monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımını değerlendirmektir.

32 adet sağlam insan alt molar dişi kullanıldı. okluzal koronal 1/3 kron kısmı, yere paralel olacak şekilde bir model trimleme cihazı (MT3 Wet trimmer, Almanya) kullanılarak uzaklaştırıldı. Dişlerin dentin yüzeyleri açığa çıkartıldı. Ardından, IDS işlemi varlığı (IDS var/yok), IDS işlemi için kullanılan universal adeziv sistemlerin tipi (Single Bond Universal/SBU, Clearfil Universal Bond Quick/CUQ, Optibond Universal/OBU) ve monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların yüzey pürüzlendirme yöntemlerine göre (tribokimyasal silika kaplama/CoJet ve kumlama/SB) rastgele 8 gruba ayrıldı: 1) Grup CJ: CoJet+IDS yok, 2) Grup CJ+SBU: CoJet+Single Bond Universal, 3) Grup CJ+CUQ: CoJet+Clearfil Universal Bond Quick, 4) Grup CJ+ OBU: CoJet+Optibond Universal, 5) Grup SB:kumlama+IDS yok, 6) Grup SB+ SBU: kumlama+ Single Bond Universal, 7) Grup SB+CUQ: kumlama+Clearfil Universal Bond Quick, 8) Grup SB+OBU: kumlama+ Optibond Universal. IDS işlemi için açığa çıkan dentin yüzeylerine universal adezivler sistemler, üretici talimatları doğrultusunda self-etch modunda uygulandı. Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM bloktan (3M Lava Plus, 3M ESPE, ABD) 4 mm kalınlığında, 10 mm genişliğinde ve 10 mm uzunluğunda örnekler elde edildi. Simantasyon öncesinde, CAD/CAM örneklerinin yüzeylerine, CoJet yönteminde 30 µm silika kaplı alüminyum oksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) partikülleri (CoJet Sand, 3M ESPE, ABD) 2.8 bar basınçta ve SB yönteminde ise 50 µm boyutunda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleri 3 bar basınçta, 10 mm mesafeden ve 10 sn süre ile uygulandı. Ardından, CAD/CAM örnekleri, dentin yüzeylerine self-adeziv dual-cure bir rezin siman ( Rely X U200, 3M ESPE, ABD) ile üretici talimatları doğrultusunda simante edildi.

Tüm örnekler, 24 saat boyunca 37°C'de distile suda bekletildi ve ardından termal siklus cihazı (SD Mechatronik Termocycler, Almanya) kullanılarak 10.000 termal döngüye (5°C-55°C) tabi tutuldu. Zirkonya-dentin çubukları (2x2x8 mm) elde etmek için, bir mikrokeseleme cihazı (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff IL, ABD) ile örneklerden dikine kesitler alındı. Bir universal test cihazı (Microtensile Tester, Bisco Inc, ABD) ile 1 mm/dk piston başlığı hızında, örneklerde başarısızlık gelişinceye kadar mikrogerilim bağlanma dayanım testi uygulandı (n=16). Başarısızlık tipleri, 15x büyütme altında stereomikroskop (Leica MZ 21, Leica Microsystems, Türkiye) kullanılarak analiz edildi. Yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası, CAD/CAM blokların yüzey pürüzlülüğü (Ra, µm), kontakt profilometre cihazı (Mahr GmbH, Mahrsurf PS1, Göttingen, Almanya) kullanılarak ölçüldü(n=10). Ayrıca, her yüzey pürüzlendirmesinden birer örnek, yüzey morfolojisi için taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Evo LS10, Zeiss, Oberkochen, Almanya) kullanılarak analiz edildi. Yarı-kantitatif kimyasal mikroanalizleri, enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi

(EDS) kullanılarak gerçekleştirildi. Morfolojik analizleri için, tüm grupların zirkonya-dentin ara yüzeyleri SEM ile incelendi. İstatistiksel analizlerde, iki yönlü ANOVA ve Bonferroni testi kullanıldı ( $p<0.05$ ).

IDS varlığına göre kıyaslandığında, Grup CJ+OBU, Grup CJ'ye kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı gösterirken ( $p<0.05$ ); Grup CJ+SBU ve Grup CJ+CUQ, Grup CJ'ye göre istatistiksel olarak benzer ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı göstermiştir ( $p>0.05$ ). Grup SB+SBU, Grup SB+CUQ ve Grup SB+OBU, Grup SB'ye göre istatistiksel olarak benzer ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı göstermiştir ( $p>0.05$ ). IDS işlemi uygulanan gruplar kıyaslandığında; sırasıyla, Grup CJ+OBU, Grup CJ+CUQ'ya göre ve Grup SB+OBU, Grup SB+CUQ'ya göre istatistiksel olarak daha yüksek ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı göstermiştir ( $p<0.05$ ). Yüzey pürüzlendirme yöntemlerine göre kıyaslandığında, tüm gruplar arasında ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ) Yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası, kontakt profilometre ölçümlerine göre, her iki yüzey pürüzlendirme yöntemi arasında, ortalama yüzey pürüzlülük değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Yüzey morfolojilerinin SEM analizleri ile CoJet uygulanan örnekte, SB'ye göre daha pürüzlü ve düzensiz bir görüntü gözlenmiştir. EDS analizlerine göre; SB uygulanan örnek için, Al miktarı daha fazla bulunmuşken; CoJet uygulanan örnek için Si miktarı daha yüksektir. Zirkonya-dentin ara yüzeylerinin SEM analizleri, Grup CJ+OBU ve Grup SB+OBU için uzun rezin tag oluşumları ile beraber kalın ve devamlı bir hibrit tabaka gözlemlendiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, Grup CJ için hibrit tabakada ayrılmalar tespit edilmiştir. Test edilen grupların çoğunda, Grup CJ hariç, sıklıkla karşılaşılan başarısızlık tipi karma başarısızlık olmuştur.

CoJet ile yüzey pürüzlendirmesi sonrası, monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM bloklarının dentine olan bağlanma dayanımı, Optibond Universal ile IDS işlemi uygulanan grup için, IDS uygulanmayan gruba göre belirgin olarak daha yüksek bulunmuştur. Her iki yüzey pürüzlendirme yöntemi sonrası, Optibond Universal ile IDS işlemi, Clearfil Universal Bond Quick ile IDS işlemine kıyasla, belirgin olarak daha yüksek bağlanma dayanımına neden olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** hemen dentin kapama, CAD/CAM, zirkonya, kumlama, tribokimyasal silika kaplama, bağlanma dayanımı.

# **THE EFFECT OF IMMEDIATE DENTIN SEALING PROCEDURE USING DIFFERENT ADHESIVE SYSTEMS ON THE BOND STRENGTH OF MONOLITHIC ZIRCONIA TO DENTIN**

## **SUMMARY**

The aim of this thesis study is to evaluate the effect of immediate dentin sealing (IDS) procedure using different adhesive systems on microtensile bond strength of monolithic zirconia-based CAD/CAM blocks with different surface pretreatment methods.

32 intact human lower molar teeth were used. The occlusal coronal 1/3 crown was removed, parallel to the ground, with a model trimmer device (MT3 Wet trimmer, Germany). The dentin surfaces of the teeth were exposed. Then, they were randomly allocated into 8 groups according to the presence of the IDS procedure (with/without IDS), the type of universal adhesive systems used for IDS procedure (Single Bond Universal/SBU, Clearfil Universal Bond Quick/CUQ, Optibond Universal/OBU) and surface pretreatment methods for the monolithic zirconia-based CAD/CAM blocks (tribochemical silica coating method/CoJet and sandblasting/SB): 1) Group CJ: CoJet+no IDS, 2) Group CJ+SBU: CoJet+Single Bond Universal, 3) Group CJ+CUQ: CoJet+Clearfil Universal Bond Quick, 4) Group CJ+ OBU : CoJet+Optibond Universal, 5) Group SB: sandblasting+no IDS, 6) Group SB+ SBU: sandblasting+ Single Bond Universal, 7) Group SB+CUQ: sandblasting+Clearfil Universal Bond Quick, 8) Group SB+OBU: sandblasting+ Optibond Universal. Universal adhesive systems were applied in self-etch mode to the exposed dentin surfaces according to the manufacturer's instructions for IDS procedure. Specimens of 4 mm thickness, 10 mm width and 10 mm length were obtained from a monolithic zirconia-based CAD/CAM block (3M Lava Plus, 3M ESPE, USA). Before luting, the surfaces of CAD/CAM specimen were pretreated with 30 µm silica-coated aluminium oxide (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) particles (CoJet Sand, 3M ESPE, USA) at 2.8 bar pressure for CoJet method and 50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles at 3 bar pressure for SB method, from a distance of 10 mm and 10s. They were luted to the dentin surfaces with a self-adhesive dual-cure resin cement (Rely X U200, 3M ESPE, USA) according to the manufacturer's instructions. All specimen were kept in distilled water at 37°C for 24 h and then subjected to 10.000 thermocycles (5°C-55°C) with a thermocycle device (SD Mechatronic Thermocycler, Germany). Specimen were vertically sectioned to obtain zirconia-dentin bars (2x2x8 mm) with a micro cutting device (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff IL, USA). They were subjected to microtensile bond strength test with a universal test machine (Microtensile Tester, Bisco Inc, USA) at a crosshead speed of 1 mm/min until failure. Failure types were analyzed using a stereomicroscope (Leica MZ 21, Leica Microsystems, Türkiye) under 15x magnification. After surface pretreatment methods, surface roughness (Ra,µm) of CAD/CAM blocks were measured using a contact profilometer (Mahr GmbH, Mahrsurf PS1, Göttingen, Germany). Besides, one specimen from each pretreatment methods were analyzed for surface morphology with scanning electron microscopy (SEM) (Evo LS10, Zeiss, Oberkochen, Germany). Semi-quantitative chemical microanalysis were performed with energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS). The zirconia-dentin interfaces of all groups were observed with SEM for the

morphological analysis. Two-way ANOVA and Bonferroni tests were used for statistical analyses ( $p < 0.05$ ).

Regarding the presence of IDS, Group CJ+OBU showed statistically higher mean microtensile bond strength than Group CJ ( $p < 0.05$ ); while Group CJ+SBU and Group CJ+CUQ exhibited statistically similar mean microtensile bond strength to Group CJ ( $p > 0.05$ ). Group SB+SBU, Group SB+CUQ and Group SB+OBU showed statistically similar mean microtensile bond strength to Group SB ( $p > 0.05$ ). When comparing the IDS procedure applied groups; respectively, Group CJ+OBU and Group SB+OBU showed statistically higher mean microtensile bond strength than Group CJ+CUQ and Group SB+CUQ, respectively ( $p < 0.05$ ). Regarding the surface pretreatment methods, no significant differences in mean microtensile bond strength were detected among all groups ( $p > 0.05$ ). After the surface pretreatment methods, according to the contact profilometry measurements, no significant differences in mean surface roughness were found between both pretreatment methods ( $p > 0.05$ ). A rougher and more irregular appearance was observed for CoJet treated specimen than SB treated one, with SEM analysis of surface morphology. According to EDS analysis, for SB treated specimen, higher amount of Al content was detected; while for CoJet treated one, the amount of Si content was higher. SEM analysis of the zirconia-dentin interfaces revealed that a thick and intact hybrid layer with long resin tag formations were observed for Group CJ+OBU and Group SB+OBU. Besides, gap formations in hybrid layer were detected for Group CJ. The predominant mode of failure was mixed type for most groups except Group CJ.

After CoJet surface pretreatment, bond strength of monolithic zirconia-based CAD/CAM blocks to dentin for IDS procedure applied group with Optibond Universal was found significantly higher than the ones for no IDS procedure applied group. After both surface pretreatment methods, IDS procedure with Optibond Universal resulted in significantly higher bond strength compared to with IDS procedure with Clearfil Universal Bond Quick.

**Keywords:** immediate dentin sealing, CAD/CAM, zirconia, sandblasting, tribochemical silica coating, bond strength.

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Son zamanlarda, indirekt restorasyonların üretimi CAD/CAM (Bilgisayar Destekli Dizayn/Bilgisayar Destekli Üretim) sistemlerinin basitleştirilmiş prosedürleriyle hızla gelişme göstermiştir ve günlük dental klinik uygulamalarda kullanımı tavsiye edilmektedir. CAD/CAM sistemler, indirekt restorasyonların üretim sürecini kolaylaştırması ve uniform kalitede estetik restorasyonlar elde edilmesi gibi avantajlarla, her geçen gün daha da popüler hale gelmektedir [1].

Fonksiyonel ve estetik beklentileri karşılamak amacıyla, klinik uygulamalar için pek çok dental seramik geliştirilmiştir [2, 3]. Tam seramik restorasyonların; mükemmel estetik, renk stabilitesi, yüksek aşınma direnci, biyouyumlu olması [4], marjin uyumunun iyi olması [5] ve bakteri adezyonunun az olması [6] gibi olumlu karakteristik özellikleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, tam seramik sistemler, metal-seramik sistemler ile karşılaştırıldığında mekanik dayanıklılık özellikleri daha düşüktür [7]. Bu nedenle, estetik açıdan geleneksel tam seramiklere alternatif olan ve aynı zamanda mekanik açıdan da daha üstün özelliklere sahip zirkonya esaslı seramik materyaller tercih sebebi olmaktadır [8, 9]. Son dönemlerde, yüksek translusensiye sahip monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM seramikler, diş renginde olmaları, geliştirilmiş translusensi ve mekanik özellikleri nedeniyle popülerlik kazanmıştır [10].

İndirekt restorasyonların başarısında, restoratif materyal ile diş dokuları arasındaki adezyon önemli bir konudur [11]. Restorasyonun ve rezin simanın mikromekanik bağlanmasını sağlamak için indirekt restorasyonların simantasyon yüzeyleri modifiye edilmelidir [12]. Simantasyon öncesinde yüzey pürüzlendirme işlemleri uygulanması yüzey enerjisini ve ıslanabilirliğini artırmaktadır [13]. Yüzey işlemlerinin farklı seramik türlerinde aynı değişimlere sebep olmadığı, pürüzlendirilmiş seramiklere uygulanan yüzey analizleri ve yapısal analizler sonucunda gösterilmiştir [14]. Zirkonya esaslı seramikler ve rezin simanlar arasında adezyonda sıkıntılar

yaşanabilmektedir. Silika bazlı seramiklere uygulanan yüzey işlemleri, zirkonya esaslı seramikler için uygun olmamaktadır çünkü zirkonya seramikler, kimyasal olarak stabildir ve silika içermediği için aside karşı dirençlidir [15]. Zirkonya esaslı seramiklerin simanlara olan bağlanma dayanımını geliştirmek için, alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) ile kumlama ve tribokimyasal silika kaplama da dahil olmak üzere pek çok yüzey pürüzlendirme yöntemi mevcuttur [16, 17]. Kumlama, mikromekanik kilitleme ile; tribokimyasal kaplama ise yüzey pürüzlendirme ve kimyasal bağlanma yoluyla bağlanma dayanımını artırmaktadır [18].

İndirekt restorasyon aşamalarındaki en önemli problemlerden biri ölçü alımından sonra hastanın geçici restorasyonla beklediği süre içerisinde yaşanmaktadır. Bu süreç indirekt restorasyonun başarısında çok önemli bir yere sahiptir. Kavite preparasyonundan hemen sonra açığa çıkmış dentin yüzeyi, hastanın geçici restorasyonla beklediği dönemde bakteri infiltrasyonuna ve mikrosızıntıya açık bir hale gelmektedir. Bu durum, dentin tübüllerinde bakteri penetrasyonuna, mikroorganizmaların kolonizasyonuna, postoperatif hassasiyete ve pulpa irritasyonu gibi birçok olumsuz sonuca neden olmaktadır [19]. Bu problemlerinin önüne geçebilmek için, preparasyonun hemen ardından ve ölçü alımından önce, açığa çıkmış dentin yüzeyine bir adeziv sistemin uygulanıp ışıkla polimerize edilmesi önerilmektedir. Uygulanan bu işleme “immediate dentin sealing (hemen dentin kapama/IDS)” denilmektedir. Bu prosedürün, diş-restorasyon ara yüzeyinde bağlanma dayanımını arttırdığı, bakteriyel sızıntıyı ve simantasyon sonrası hassasiyeti azalttığı bildirilmiştir. Ayrıca, restorasyonun diş dokularına bağlanma dayanımını arttırmakta ve adezyonu olumlu yönde etkilemektedir. Böylece diş yapısının korunmasına yardımcı olmaktadır [20]. Adeziv sistemlerle, rezin monomerlerin sert dokuya penetrasyonu sonrası hibrit tabaka olarak adlandırılan “interfaz tabakası” oluşmaktadır. Mine-dentin bağlantısına benzer rezin-dentin hibridizasyon tabakası oluşmaktadır [21]. Rezin-dentin hibridizasyonundaki en önemli problemler; dentinin kontamine olması ve hibrit tabakanın polimerize edilmeden önce kollapsa uğramasıdır. Bu durumu önlemek amacıyla da IDS uygulaması önerilmektedir. [22]. Self-adeziv rezin simanlar, dentine herhangi bir ön işlem uygulanmadan bağlanmak üzere tasarlanmış olsalar da, adeziv sistemler kullanılarak yapılan IDS uygulamasının, dentinin ön hazırlığın yapılmasına olanak sağladığı düşünülmektedir. Bu nedenle, IDS

uygulamasının, self-adeziv rezin simanların bağlanma kalitesini olumlu yönde etkileyebildiği belirtilmektedir. [23].

IDS uygulaması için geleneksel olarak, dördüncü ve beşinci nesil adeziv sistemler (etch&rinse sistemler) önerilmektedir [24]. Bununla birlikte, IDS uygulamalarında basitleştirilmiş sistemler olan altıncı ve yedinci nesil adeziv sistemlerin de (self-etch sistemler) bağlanma dayanımını artırabildiği belirtilmiştir [25]. Adeziv diş hekimliğinde, koltukta harcanan zamanın ve klinik prosedürlerin teknik hassasiyetini azaltmak için adezyon aşamalarının basitleştirilmesi yönünde bir eğilim vardır. Son yıllarda, universal adeziv sistemler olarak bilinen, yeni tek aşamalı self-etch adeziv sistemler piyasaya sürülmüştür. Bu adeziv sistemler, farklı yapıdaki diş sert dokularına ve restoratif materyallere bağlanabilmektedir. Ayrıca, self-etch, etch&rinse ve selektif-etch şeklinde “multimod” uygulanabilmektedir. [26-30].

Literatürde, farklı universal adeziv sistemlerin IDS işleminde kullanımı sonrası monolitik zirkon blokların dentine olan bağlanma dayanımı hakkında yeterince bilgi mevcut değildir. Ayrıca, zirkonya esaslı seramiklerin simantasyonunda kullanılan yüzey pürüzlendirme yöntemleri ve IDS işleminin bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri hakkında altın standart bir protokol sağlamak zordur. Bu nedenle, bu tez çalışmasının amacı; farklı universal adeziv sistemler kullanılarak yapılan IDS işleminin, farklı yüzey pürüzlendirme yöntemleri uygulanmış monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımını değerlendirmektir. Bu tez çalışmasının sıfır hipotezi; farklı universal adeziv sistemler kullanılarak yapılan IDS işleminin, farklı yüzey pürüzlendirme yöntemleri uygulanmış monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımını etkilemeyeceği yönündedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Adeziv Diş Hekimliği

Adezyon, “temas halindeki cisimlerin yüzeyleri arasındaki moleküler çekim” olarak yapılan tanımlamadır. Adezyonu sağlamak için eklenen materyal adeziv; adezivin uygulandığı materyal ise aderent olarak tanımlanır [31]. Bağlanmanın gerçekleşmesi için adeziv ve aderent arasında iyi bir uyum bulunması gerekmektedir [32, 33]. Adeziv bir malzeme genellikle visköz sıvı bir materyaldir ve iki yapıyı birbirine birleştirdikten sonra katılarak bir yüzeyden diğerine yük aktarabilir hale gelir [34].

Diş hekimlerinin ve hastaların estetik talepleri her geçen gün gelişen dental teknolojiden etkilenmektedir. Gelişen teknoloji ile beraber restoratif amaçla kullanılan tekniklerde bu duruma ayak uydurmaktadır [35]. Bu da restoratif diş hekimliğinde adezyon konusunu ön plana çıkarmıştır [36]. Mineye adezyon, ilk defa Buonocore tarafından ortaya atılmış ve mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesinin mineye bağlanmayı arttırdığı bildirilmiştir.

Mineye adezyon, asitle pürüzlendirilen mine yüzeyine düşük viskoziteli bağlayıcı ajanın uygulanması sonucu oluşan mikromekanik kilitleme ile gerçekleşmektedir [37]. Minenin asitle pürüzlendirilmesi ile derinliği 5 ila 50 µm arasında değişen pürüzlü mine yüzeyinin oluşmasının bağlanma yüzey alanının, minenin yüzey enerjisinin ve dolayısıyla ıslanabilirliğinin artmasına neden olduğu bildirilmiştir [38, 39]. Dentin, dişte önemli bir hacim kaplamaktadır, bu nedenle adeziv restorasyonların klinik sonuçlarında önemli bir rol oynar.

#### 2.1.1 Dentine adezyon

Dentinin inorganik içeriği ağırlıkça %70, organik içeriği ağırlıkça %20'dir. Su içeriği ise mineye göre daha fazladır [40]. Dentinin morfolojisi oldukça karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu karmaşık yapısı nedeniyle, mineye göre dentine adezyonun daha zor olmasına neden olmaktadır. Mine, hidroksiapatit kristalleri oluşmaktadır ve daha homojen bir yapıya sahiptir. Dentin dokusu ise, hidroksiapatit kristallerine ek olarak biyolojik moleküller içeren ekstrasellüler matriksten oluşmaktadır. Dentinin bahsedilen heterojen yapısı ve dentin tübülleri içinde bulunan dentin sıvısı, dentine

bağlanmayı zorlaştıran diğer etkenlerdendir [41]. Bunlara ilaveten, diş dokularının (mine, dentin veya sement) preparasyonu ile dentin yüzeyinde oluşan smear tabakasının da dentine bağlanmada önemli rolü bulunmaktadır. Smear tabakası, dentin geçirgenliğini azaltarak pulpayı koruma amacıyla doğal bir bariyer görevi görür. Bu nedenle, literatürde bazı görüşler, bu tabakanın kavite yüzeyinde muhafaza edilmesi gerektiğini savunurken; öte yandan bazı görüşler de smear tabakasının mikroorganizma ihtiva ettiği ve rezin monomerlerin dentine penetrasyonunu zorlaştırdığını ileri sürerek bu tabakanın kaldırılmasını veya modifiye edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir [42, 43]. Bu nedenle, dentine adezyonda farklı stratejiler geliştirilmiştir.

Dentine adezyon ilk olarak 1982'de Nakabayashi tarafından tanımlanmıştır. Nakabayashi, kollajen lifleri ve dentin tübüllerini açığa çıkarmak için dentin yüzeyine asit uygulanması ile oluşan demineralize yüzeye hidrofilik bir rezin materyalin penetre olmasının, dentine bağlanmayı arttıracığını bildirmiştir [44]. Dentin yüzeyine asit uygulanması, dentinin karmaşık yapısından dolayı teknik hassasiyet göstermektedir ve dentin tübüllerinden dolayı kullanılacak asidin pulpa üzerinde irritan etkisinin olabileceği göz ardı edilmemelidir. Ancak, dentin yüzeyine değişik tip ve konsantrasyonlarda asit uygulanması dentine adezyonda önemli rol oynamaktadır. Genellikle, %37'lik fosforik asit bu amaçla kullanılmaktadır [45].

Dentin yüzeyine asit uygulanması ile dentin yüzeyindeki smear tabakası ve dentin tübüllerini tıkayan smear tıkaçları uzaklaştırılır. Dentin yüzeyinde hidroksiapatitin uzaklaştırılması nedeniyle, yüzeyel demineralizasyon gerçekleşmekte ve dentin tübüllerinin etrafındaki daha az mineralize yapıya sahip olan peritübüler dentinin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Böylece, dentin tübüllerin ağzı huni şeklinde açılır ve mineral desteğini kaybeden intertübüler dentinde kollajen lifleri açığa çıkar. Bunu takiben uygulanan primerin hidrofilik özelliğe sahip monomerleri, açığa çıkan kollajen liflerinin arasına girerek, dentinde kollajen ve hidrofilik monomerden oluşan 0.5-15 µm kalınlığında, aside dayanıklı "hibrit tabakanın" oluşumuna neden olmaktadır [46]. Ayrıca, dentin tübüllerinin içerisinde hibrit tabakası ile çevrili rezin tag oluşumları görülebilmektedir. Böylece, dentin tübülleri tıkanmakta ve pulpa dokusu korunmaktadır. Sonuçta, dentine adezyon, hibrit tabakası ve rezin tag oluşumu ile mikromekanik olarak gerçekleşmektedir. Takiben uygulanan adeziv ajanın polimerize

edilmesi ile hibrit tabakası stabil bir yapı haline gelmektedir. Hibrit tabakanın, bağlanma yüzeyindeki devamlılığı ve bütünlüğü, kalınlığından daha önemlidir. Hibrit tabakadaki herhangi bir boşluk oluşumu, sızdırmazlığı riske atacaktır ve nihayetinde adezyon kalitesini düşürecektir [47].

## 2.2 Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması

Literatürde, adeziv sistemler için farklı sınıflandırmalar mevcuttur [48]:

- **Tarihsel gelişimlerine göre:**

- Birinci Nesil Adeziv Sistemler, İkinci Nesil Adeziv Sistemler, Üçüncü Nesil Adeziv Sistemler, Dördüncü Nesil Adeziv Sistemler, Beşinci Nesil Adeziv Sistemler, Altıncı Nesil Adeziv Sistemler, Yedinci Nesil Adeziv Sistemler.

- **Uygulama yöntemlerine göre:**

-Smear tabakasının üzerine uygulanan adeziv sistemler: Bu konseptte; kısmen smear tabakasının ve altındaki dentin dokusunun demineralizasyonu ile bağlanmanın sağlanması amaçlanmıştır. Self-etch adeziv sistemler bu grupta yer almaktadır.

-Smear tabakasını modifiye eden adeziv sistemler: Modifiye smear tabakasının doğal bir pulpa bariyeri rolü üstleneceği, pulpayı bakteri geçişine karşı koruyacağı ve bağlanmayı zayıflatabilecek pulpa sıvısının dışarı doğru akışını sınırlayacağı düşünülmüştür.

-Smear tabakasını ortadan kaldıran sistemler: Mine ve dentin dokularına uygulanan asit ile smear tabakası uzaklaştırılarak, rezin uzantıları (rezin tag) ve hibrit tabaka oluşumu ile etkili bir tutunma sağlanmaktadır. Oldukça hassas ve komplike bir uygulama tekniği gerektirmektedir. Etch&rinse adeziv sistemler bu grupta yer almaktadır.

- **Mine ve dentin arasındaki ilişkiye göre:**

-Etch&rinse adezivler: Bu sistemler, smear tabakasını ortadan kaldıran adeziv sistemlerdir.

- Üç aşamalı (4.jenerasyon)
- İki aşamalı (5.jenerasyon)

-Self-etch adezivler: Self-etch adeziv sistemler, etch&rinse adeziv sistemlerin teknik hassasiyetini azaltmak ve uygulama süresini kısaltmak amacıyla geliştirilen adeziv sistemlerdir.

- İki aşamalı (6.jenerasyon)
- Tek aşamalı (7.jenerasyon)

-Universal adezivler: Universal adeziv sistemler, diş dokusu ve protetik materyaller gibi farklı yüzeylerde etkilidir. Hekimlere self-etch, selektif-etch ve etch&rinse uygulama seçenekleri ile multi-mode uygulama imkanı sunmaktadır.

-Cam iyonomer adezivler: Cam iyonomer sistemler, yüzey hazırlama işlemleri gerektirmeyen, diş yapısına kimyasal olarak bağlanan bir materyallerdir.

## **2.2.1 Mine ve dentin arasındaki ilişkiye göre adeziv sistemler**

### **2.2.1.1 Etch&rinse sistemler**

Etch&rinse adeziv sistemler, smear tabakasını ortadan kaldıran adeziv sistemlerdir [49]. Üç aşamalı ve iki aşamalı olmak üzere iki farklı tipi mevcuttur. Dördüncü nesil adeziv sistemler, üç aşamalı etch&rinse adeziv sistemlerdir ve asit, primer ve adeziv ajanlar ayrı ayrı uygulanmaktadır.

Beşinci nesil adeziv sistemler ise iki aşamalı uygulanan etch&rinse adeziv sistemlerdir, asitleme işleminden sonra primer ve adeziv ajanlar tek aşamada uygulanmaktadır [50]. Üç aşamalı etch&rinse sistemler, diş dokusunun %30-40 konsantrasyonda fosforik asitle pürüzlendirilmesini, ardından solvent içeren primer ve rezin uygulamalarını içermektedir. Primerin solventi buharlaştırılır ve adeziv rezin uygulanıp ışıkla polimerize edilir. İki aşamalı etch&rinse sistemler; üç aşamalı sistemdeki gibi fosforik asit uygulamasını içermektedir. Ancak, primer ve adeziv rezin birlikte uygulanmakta ve ışıkla polimerize edilmektedir [51]. İki aşamalı etch&rinse adeziv sistemler, hidrofilik yapısı nedeniyle su emilimine ve hidrolitik bozunmaya daha yatkındır. Ayrıca, bu sistemlerde solventin uzaklaştırılması zordur,

polimerizasyondan sonra solvent sıklıkla adeziv tabaka içerisinde kalmakta ve demineralize dentine infiltre olma yetenekleri sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle, hibrit tabaka kalitesi ve bağlanma dayanım değerleri daha düşük olmaktadır. Etch&rinse sistemler, mineye en etkin bağlanma gösteren sistemlerdir. Uygulama aşamaları, teknik hassasiyet gerektirmesine rağmen, mine ve dentine adezyon konusunda altın standart olarak kabul edilmektedir. Özellikle, restorasyonun önemli bir kısmının mine dokusunda bulunduğu durumlarda, etch&rinse adeziv sistemlerin kullanımı tavsiye edilmektedir [52].

### **2.2.1.2 Self-etch sistemler**

Self-etch adeziv sistemler, etch&rinse adeziv sistemlerin teknik hassasiyetini azaltmak ve uygulama süresini kısaltmak amacıyla geliştirilen adeziv sistemlerdir. Smear tabakasının dentin ve pulpa dokusunu irritasyonlara karşı koruduğu görüşünden hareketle, smear tabakasını içeren bir hibrit tabakanın elde edilmesi amaçlanmaktadır [53]. Self-etch sistemlerde; asitleme ve yıkama işlemleri elimine edilerek, asidik monomer ile mine ve dentin eş zamanlı demineralize edilmektedir. Asit ve primer tek şişede birleştirilmiştir. Solventin buharlaşması için beklenildikten sonra, adeziv rezin uygulanıp ışıkla polimerize edilmektedir [51]. Self-etch adeziv sistemlerde, dentin yüzeyinden mineraller uzaklaşırken, rezin monomerler eş zamanlı olarak infiltre olmaktadır [54]. Self-etch adeziv sistemler, uygulama aşamasına göre iki aşamalı ve tek aşamalı sistemler olarak iki gruba ayrılmaktadır. İki aşamalı self-etch adeziv sistemler, altıncı nesil adeziv sistemler iken; tek aşamalı self-etch adezivler, yedinci nesil adeziv sistemler olarak bilinmektedir [50, 55].

Self-etch adeziv sistemler, etch&rinse sistemlere göre, daha az teknik hassasiyete sahiptir ve post-operatif hassasiyet oluşturma oranı daha düşüktür. Fosforik asitle pürüzlendirme işlemi olmadığı için, restorasyonun büyük kısmı dentinde yer alıyorsa, self-etch adezivlerin kullanımı önerilmektedir. Ancak, büyük çoğunluğu mine yüzeyinde yer alan restorasyonlarda, self-etch adeziv sistemler kullanılacaksa selektif olarak mine yüzeyinin fosforik asit ile pürüzlendirilmesi gerekmektedir. İki aşamalı self-etch adezivler, altın standart olarak kabul edilen üç aşamalı etch&rinse adeziv sistemlerin bağlanma etkinliğine en çok yaklaşan sistemler olmasının yanı sıra, uygulama kolaylığı ve azalmış teknik hassasiyetleri nedeniyle tercih edilmektedirler [56]. Ancak, tek aşamalı self-etch adeziv sistemlerin uzun dönem performansı

etch&rinse adeziv sistemlerle karşılaştırıldığında, bağlanma dayanımlarının daha düşük olduğu bildirilmiştir [50].

### 2.2.1.3 Universal adeziv sistemler

Güncel adeziv sistemlerin temel sorunlarından biri, farklı yapıdaki diş sert dokularına (mine, dentin ve sement) ve diğer dental restoratif materyallere (seramik, rezin kompozitler ve metal bileşikler) eşit düzeyde bağlanma göstermemesidir [57]. Bu nedenle, son yıllarda “universal” olarak adlandırılan adeziv sistemler piyasaya sürülmüştür [26-29]. Bu adeziv sistemler, tek aşamalı self-etch sistemler olarak üretilmiştir. Ancak, hekimlere self-etch, etch&rinse ve selektif-etch şeklinde “multimod” uygulanabilme seçenekleri sunmaktadır [30]. Tüm dental adezivlerin içerikleri benzerdir. Genel olarak self-etch adeziv sistemler; fosforik asit ve/veya karboksilik asit esterlerinden oluşan fonksiyonel monomerler, çapraz bağlayıcı monomerler, monofonksiyonel monomerler, doldurucular ve fotobaşlatıcılardan oluşmaktadır. Universal adeziv sistemler ise, tek aşamalı self-etch adeziv sistemlere fonksiyonel asidik monomerlerin eklenmesiyle geliştirilmiştir. Bu fonksiyonel monomerler, hidroksiapatit ile kimyasal bağ kurmaktadır. 10-metakriloyloksidesil dihidrojen fosfata (10-MDP), universal adeziv sistemlerde kullanılan ilk fonksiyonel monomerdir. Bu monomer, demineralizasyondan ve kimyasal bağlanmadan sorumludur. MDP monomeri, mine ve dentindeki hidroksiapatit kristallerinin kalsiyumu (Ca) ile güçlü iyonik bağlar kurmakta ve stabil MDP-Ca tuzlarını oluşturmaktadır. Bu tuzlar, adeziv tabakada birikmekte ve bir nanotabaka oluşturmaktadır. Bu nanotabakanın, MDP içerikli adeziv sistemlerin dentine bağlanmadaki uzun dönem başarısı üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir [58].

Bu monomerin, universal adezivlerde kullanılmasının diğer bir sebebi ise, farklı yüzeylere bağlanmayı sağlayan iki farklı uca sahip olmasıdır. Bir ucu, metakrilat bazlı restoratif materyallere bağlanmayı sağlayan hidrofobik bir metakrilat grubuna sahiptir. Diğer ucu ise diş dokularına, metallere ve zirkonyaya bağlanmayı sağlayan hidrofilik fosfat grubuna sahiptir [59-61]. Piyasaya sürülmüş olan pek çok universal adeziv sistem, MDP'nin yanı sıra hidroksietil metakrilat (HEMA) ve başka monomerler de içermektedir. Ancak, HEMA varlığında MDP'nin oluşturduğu hidroksiapatit kristallerinin dış yüzeyindeki nano-tabaka yapısının olumsuz etkilendiği bildirilmiştir [62]. Aynı zamanda hidrofilik bir yapıya sahip olan HEMA, adeziv ara yüzde hidrolitik bozunmaya sebep olmaktadır [63]. Universal adeziv sistemler içerisinde yer alan diğer

bir monomer ise, MDP'ye ilaveten yine hidroksiapatite kimyasal olarak bağlanma sağlayan polialkenoik asit kopolimeridir (Vitrebond kopolimeri)[64]. Universal adeziv sistemler içerisindeki Metakriloyloksidodesil piridinyum bromür (MDPB) fonksiyonel monomeri ise piridinyum bromür grubu sayesinde, bu adeziv sistemlere antibakteriyel özellikler katmaktadır [65-67]. Glisero-fosfat dimetakrilat (GPDM) fonksiyonel monomeri ise, Ca ile etkileşime girerek hidroksiapatit yapı ile kimyasal bağlanma sağlamaktadır. Bu monomerin hidrofilit ve ıslatabilirlik özellikleri, MDP monomerine kıyasla daha fazladır. Ayrıca, bu monomerin sahip olduğu iki metakrilat grubu sayesinde daha iyi polimerize olduğu ve bu nedenle güçlü bir polimer ağı oluşturabildiği bildirilmektedir [68, 69]. Bazı universal adeziv sistemler içerisinde, ester gruplarının yerine amid grubu yer almaktadır. Bu nedenle, bu adeziv sistemlerin hidrolitik direncinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir [70, 71].

Piyasada bulunan universal adeziv sistemlerden bazıları Tablo 2.2.1.3'te gösterilmektedir.

**Tablo 2.2.1.3:** Piyasada bulunan universal adeziv sistemler ve üretici firmaları.

<b>Universal Adeziv Sistemler</b>	<b>Üretici Firma</b>
<b>Optibond Universal</b>	Kerr
<b>Clearfil Universal Bond</b>	Kuraray
<b>Single Bond Universal</b>	3M ESPE
<b>AdheSE Universal</b>	Ivoclar Vivadent
<b>All-Bond Universal</b>	Bisco
<b>Futurabond U</b>	Voco
<b>Prime&amp;Bond Elect</b>	Dentsply
<b>Scotchbond Universal Adhesive</b>	3M ESPE
<b>Prebond SE</b>	President Dental
<b>Gluma Bond Universal</b>	Heraeus Kulzer

### **2.3 Immediate Dentin Sealing (Hemen Dentin Kapama)**

İndirekt restorasyonların direkt restorasyonlara kıyasla hazırlanması zaman alıcıdır ve maliyeti yüksektir, ancak daha az polimerizasyon büzülmesi meydana gelmektedir [72]. Ayrıca, daha iyi estetik, fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir, ideal okluzal morfoloji ve interproksimal kontaklar sağlama gibi avantajları vardır [72, 73]. Dişeti altına uzanan kaviteelerde indirekt restorasyonlar daha başarılı olmaktadır [74].

İndirekt restorasyonların yapımında en önemli problemlerden biri, ölçü alımından sonra hastanın geçici restorasyonla beklediği süre içerisinde yaşanmaktadır. Bu süreç, indirekt restorasyonun başarısında çok önemli bir yere sahiptir. Kavite preparasyonundan hemen sonra açığa çıkmış dentin, hastanın geçici restorasyonla beklediği dönemde bakteri infiltrasyonuna ve mikrosızıntıya açık bir hale gelmektedir. Bu durum, açığa çıkmış dentin tübüllerinde bakteri penetrasyonuna, mikroorganizmaların kolonizasyonuna, postoperatif hassasiyete ve pulpa irritasyonu gibi birçok olumsuz sonuca yol açmaktadır [19]. Açığa çıkan dentin yüzeylerinin, bir adeziv sistem veya akışkan kompozit rezin ile örtülmesiyle, bu sıkıntıların önlenebileceği ve sızdırmazlığın sağlanabileceği bildirilmiştir [75, 76, 77]. IDS olarak tanımlanan bu uygulama, Magne tarafından 1990'lı yılların başından beri önerilmektedir [78, 79]. Bu işlem, aynı zamanda "prehibridizasyon", "dual adeziv teknik" ve "rezin kapama tekniği" şeklinde de adlandırılmaktadır [80]. Adeziv sistemlerle birlikte, rezin monomerlerin sert dokuya penetrasyonu ile mine-dentin bağlantısına benzer, "rezin-dentin hibridizasyon tabakası" oluşmaktadır [21]. Ancak, rezin-dentin hibridizasyonundaki en önemli problemler; dentinin kontaminasyonu ve hibrit tabakanın polimerize edilmeden önce kollapsa uğramasıdır. Bu nedenle, bu durumu önlemek amacıyla IDS uygulaması önerilmektedir [22]. Adeziv sistemin prepolimerizasyonu ile hibrit tabakadaki kollojen fibrillerin kollapsı engellenir ve ayrıca hibrit tabaka, simantasyon esnasında meydana gelen gerilim streslerinden korunmuş olmaktadır [81]. Böylece, restorasyonun dişle olan bağlanma dayanımı artmakta, adezyon olumlu yönde etkilenmekte ve böylece diş yapısı güçlenmektedir [20]. Adezyona sağladığı olumlu katkıyla beraber, kısa klinik kronlar ve aşırı derecede

konikleşen preperasyonlarda, retansiyonu iyileştirmeye de katkı sağlayabilmektedir [82].

### **2.3.1 Immediate dentin sealing uygulama yöntemi**

Magne ve arkadaşları, IDS uygulamasının başında dentin dokusunun mine dokusundan ayırt edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir [83, 84]. Etch&rinse sistemlerle uygulanan IDS işleminde, yeni prepare edilmiş dentin yüzeylerine fosforik asit uygulanmaktadır (normal dentin yüzeyleri 10 sn, sklerotik dentin yüzeyleri 20 sn). Ardından, adeziv sistem, üretici talimatları doğrultusunda uygulanıp polimerize edilmektedir [85]. Self-etch sistemlerle kullanılması sırasında ise, herhangi bir ek asitleme işlemine gerek duyulmadan adeziv sistemler dentin yüzeyine uygulanıp ışıkla polimerize edilmektedir.

Doldurucu içermeyen adeziv sistem kullanımında ise; önce adeziv sistem uygulanıp ışıkla polimerize edilmekte ve ardından adeziv tabakanın üzerine ince bir tabaka akışkan kompozit rezin uygulanarak işlem tamamlanmaktadır. Bu işleme “rezin kapama (örtü) tekniği” veya “güçlendirilmiş IDS yaklaşımı” denilmektedir [83, 84]. Kavite geometrisini düzenlemeyi, undercutları elimine etmeyi ve preperasyon tabanını yükseltmeyi sağlamaktadır. Bu tekniğin ek olarak, marjinal alanının ve ara yüzün adaptasyonunu geliştirdiği, polimerizasyon büzülmesini azalttığı, rezin simanın dentine bağlanma dayanımını artırdığı ve geçici restorasyonun uzaklaştırılması sırasında, ince adeziv tabakanın zarar görmesini önleyebildiği belirtilmiştir [86].

### **2.3.2 IDS işlemi başarısının bağlı olduğu faktörler**

IDS hakkında yapılmış çalışmalarda tekniğin pek çok açıdan incelendiği görülmüştür. Kullanılan adeziv sistemin tipinin, dentin yüzey işlemlerinin, dentine uygulanan adeziv sistemin film kalınlığının, yapıştırıcı siman ile etkileşimin, preperasyon dizaynı ile etkileşimin, geçici ile kalma süresinin, final restorasyonun adaptasyonunun daimi restorasyonun bağlanma dayanımı üzerine etkisi ve simantasyon sonrası hassasiyet gibi konuların değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır [85].

### **2.3.2.1 Adeziv sistem tipi**

Adeziv diş hekimliğinde, koltukta harcanan zamanın ve klinik prosedürlerin teknik hassasiyetini azaltmak amacıyla adezyon aşamalarının basitleştirilmesi yönünde bir eğilim mevcuttur. Ancak Magne, IDS uygulaması için uzun dönem başarı açısından, geleneksel üç aşamalı etch&rinse adeziv sistemlerin kullanımını önermektedir [83]. Bununla birlikte, altıncı ve yedinci nesil adeziv sistemlerin (self-etch sistemler) de bağlanma dayanımını arttırabildiği bildirilmiştir [87]. Tek aşamalı self-etch adeziv sistemler, hidrofilik yapısı nedeniyle su emilimine neden olmakta ve adeziv tabaka hidrolitik bozunmaya uğrayabilmektedir [88].

### **2.3.2.2. Yüzey hazırlık yöntemleri**

İyi bir adezyon sağlamak için kontamine olmayan yüzeyler gerekmektedir. Bu nedenle, uygun yüzey hazırlama yönteminin seçimi son derece önemlidir [89]. Magne ve arkadaşları [83], Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pürüzlendirme (kumlama) işlemini önerirken, Dillenburg ve arkadaşları [90], ek olarak fosforik asitle asitlemenin sızdırmaz dentin yüzeyi elde edilmesinde olumlu bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Falkensammer ve arkadaşları, flor içermeyen pomza patı ile cilalama ve silika içeren Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile yüzey pürüzlendirme yöntemlerini etkili bulmuşlardır [91]. IDS işlemi için uygun olan optimum yüzey hazırlama yöntemi belirlenememesine rağmen, tribokimyasal silika kaplama kullanılarak kalın bir IDS tabakası elde edilebileceği bildirilmektedir [92, 93]. Silika kaplama ile adeziv tabakanın yüzey alanı genişler, ve mekanik retansiyona katkı sağlanmaktadır. Böylece, IDS tabakası ile rezin simanın kimyasal kopolimerizasyonu sağlanmaktadır [92]. Ancak, bu yüzey hazırlama yöntemleri fiziksel olarak rezin yüzeyinden birkaç mikrometre uzaklaştırabildiği için, bu yöntemlerin sınırlı olarak uygulanması önerilmektedir [94, 95]. İşlem sonrası ise, dentin yüzeyinin adeziv sistem uygulaması ile desteklenmesi gerekebilmektedir [95].

### **2.3.2.3 Film kalınlığı**

Yüzey hazırlığından sonra dentinin yeniden açığa çıkma ihtimali vardır. Bu durum, sadece yüzey hazırlama yöntemine bağlı değildir. Aynı zamanda, IDS tabakanın film

kalınlığına bağlı olarak da meydana gelebilmektedir. Yüzey hazırlamadan sonra, dentinin yeniden açığa çıkmasını önlemek için kalın bir IDS tabakası çok önemlidir. Film kalınlığı, uygulandığı yüzeyin konuma bağlı olarak değişebilmektedir (konkav alanlarda konveks alanlara göre daha fazladır) [96]. Bu durum, adeziv ajanın birikmesine, ağız sıvılarına maruz kalmasına ve hidrolitik bozunmasına neden olmaktadır [97].

Stavridakis ve arkadaşları, yüzey hazırlığından sonra dentin yüzeyinin yeniden açığa çıkmasını önlemek için doldurucu içeren bir adeziv sistemin kullanılmasını önermektedir [96]. Hashimoto ve arkadaşları, çok sayıda adeziv tabakasının ( $\leq 4$  tabaka) uygulanmasından sonra bağlanma dayanımında artış gözlemlemişlerdir [98]. Ito ve arkadaşları, her bir tabakanın ayrı polimerizasyonunun dentin adezyonunun kalitesini iyileştirdiğı sonucuna varmıştır [99].

IDS tabakasının siman kalınlığını da etkilediğı bildirilmiştir [100]. Daha kalın bir IDS tabakası, stresin daha iyi dağılmasına katkıda bulunmakta, daha üstün ve stabil bir bağlanma sağlamaktadır [92, 100, 101]; Ayrıca undercutların eliminasyonu daha kolay hale gelmektedir [93]. Özellikle doldurucusuz adezivler kullanılıyorsa [102], adeziv tabakanın üzerine ek bir akışkan kompozit rezin tabakası önerilmektedir [97].

#### **2.3.2.4 Yapıştırıcı siman ile etkileşim**

IDS uygulaması, rezin simanlarla kombine edildiğinde indirekt restorasyonların retansiyonunu geliştirmektedir. Bu nedenle, kısa klinik kron boyuna sahip restorasyonların simantasyonu öncesinde endikedir [103, 104]. IDS işleminin, self-adeziv rezin siman ve geleneksel rezin simanların bağlanma dayanımı üzerine olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir [105]. Bir klinik çalışmada, IDS uygulanan dişlere, seramik restorasyonların ışıkla sertleşen kompozit rezinlerle simantasyonu sonrasında orta dönem prognozunda iyi etkileşim gözlemlendiğı bildirilmiştir [106].

#### **2.3.2.5 Preperasyon dizaynı ile etkileşim**

Minimal invaziv restorasyonların prognozu, preparasyon tasarımı, restorasyon kalınlığı ve geometrisi, restoratif materyal, okluzal yükleme ve bağlanma prosedürlerinden etkilenmektedir [107]. Farklı tipte restorasyonları ve restoratif materyalleri araştıran birkaç çalışma, IDS işleminin test edilen restorasyonların

bağlanma ve kırılma dayanımını arttırabileceğini ortaya koymuştur [107-112]. El-Damanhoury ve Gaintantzopoulou, IDS işleminin endokronların kırılma dayanımlarını iyileştirmediğini bildirmişlerdir [113]. Bununla birlikte başka bir klinik çalışmaya göre, IDS uygulandığında endokronların debonding açısından yüksek başarı oranı gösterdiği bildirilmiştir [114].

### **2.3.2.6 Restorasyonu yerleştirme zamanı**

Magne, IDS uygulaması yapılan dişlerde  $\leq 12$  hafta süreyle daimi restorasyon yerleştirilmesi gerektiğini savunmaktadır [115]. Bazı yazarlar ise, simantasyonun IDS uygulamasından sonraki 1 hafta içinde olmasını şiddetle tavsiye etmektedir [116].  $\leq 2$  haftalık bir geçici restorasyon ile bekleme, mikro-mekanik kenetlenme sayesinde rezin-rezin bağını ve van den Waals etkileşimlerini tehlikeye atmamaktadır [83, 117, 118]. Ancak, bunu başarmak için mevcut adeziv tabaka şartlandırılmalıdır [83]. IDS uygulandığında daimi restorasyonun simantasyonunun ertelenebileceği iddia edilebile, final restorasyon mümkün olan en kısa sürede teslim edilmelidir [89].

### **2.3.2.7 Mikrosızıntı/final restorasyonun adaptasyonu**

Adeziv tabaka-dentin ara yüzeyi, restorasyonların en hassas kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle, bir restorasyon termal veya okluzal olarak strese maruz kaldıysa mikrosızıntı önemli bir sorun olmaktadır [119]. Birkaç çalışma, IDS ile birlikte rezin kapama tekniğinin dentin-restorasyon ara yüzünde az miktarda boşluk oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir [120-125]. Ayrıca, giriş kavitesinde yapılan IDS uygulamasının, endodontik tedaviye tabi tutulan dişlerde başarısızlığın ana nedeni olan koronal sızıntıyı azalttığı gösterilmiştir [126].

### **2.3.2.8 Hipersensitivite**

Final restorasyonun simantasyonundan sonra, hastanın termal ve kimyasal uyarılara karşı kısa, keskin bir ağrı ile karakterize bir semptom yaşaması olağandır [127]. Bu durumda, preperasyon sırasındaki aşırı ısı artışı, dehidratasyon, bakteriyel mikrosızıntı veya dentin tübüllerindeki sıvı hareketi etkilidir [88]. Ayrıca, uzaklaştırılan diş dokusunun miktarı, postoperatif hassasiyet derecesinde önemli rol

oyunmaktadır [128]. Pulpaya 0.5 mm'lik bir mesafe, vakaların %60'ında pulpal reaksiyona neden olabilirken, dentine >1 mm mesafede de %5 oranında pulpal reaksiyon görülmektedir. Bu nedenle, IDS uygulaması, post-operatif hassasiyetin azaltılması için önerilmektedir [129].

#### **2.4. İndirekt CAD-CAM Restorasyonlar**

CAD/CAM, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim anlamına gelen bir sistemdir. Endüstride uzun yıllardır kullanılmakta olan CAD/CAM teknolojisi, son yıllarda ölçü alınması, geçici restorasyonlar, kron, köprü ve estetik bölge restorasyonları gibi işlemlerle diş hekimliğinin pek çok alanında yaygınlaşmıştır. Hastalar için en uygun tedavi seçeneğini sunmak ve seçilen tedavinin sonuçlarını öngörebilmek için mevcut CAD/CAM materyallerinin bilinmesi çok önemlidir. Hekim kullanacağı blok materyalini seçerken restorasyon tipi, restorasyonun ağızdaki konumu, hastanın beklentisi, sosyo-ekonomik koşulları gibi faktörleri göz önünde bulundurarak karar vermelidir.

Seramik materyali, estetik ve biyouyumlu oluşunun yanı sıra geliştirilen fiziksel ve mekanik özelliğiyle restorasyonlarda gün geçtikçe daha çok tercih edilmektedir. CAD/CAM teknolojileri için birçok farklı frezelenen seramik türü mevcuttur [130]. Bunlar; silikat seramikler (feldspatik seramikler, lösitle güçlendirilmiş seramikler, lityum disilikat seramikler); rezin matris içeren seramikler ve oksit seramiklerdir (alüminyum oksit seramikler, zirkonyum oksit seramikler) [131]. Silika bazlı seramikler içerdikleri camsı bir matris nedeniyle yarı saydamdır ve mine ve dentinin optik özelliklerine benzer özelliktedir. Silikat seramikler, bu özellikleri sayesinde estetik bölgedeki dişlerin restorasyonu için ideal bir seçenektir. Ancak, camsı matris aynı zamanda onları kırılma hale getirir ve çoğunlukla restorasyonun yapılandırılmasıyla telafi edilebilen düşük kırılma direncine sahiptir [132]. Resin matris içeren seramikler; yüksek yük taşıma kapasitesi ve yorulma direnci, üstün elastisite modülü ve daha pürüzsüz kenarlara sahip olma, elle cilalanabilmesi gibi çeşitli avantajlara sahiptir. Oksit seramikler iyi mekanik özelliklere sahip materyallerdir ancak düşük translusensi özellikleri nedeniyle silikat seramiklere kıyasla daha kötü estetik özelliklere sahip materyallerdir. Zirkonyum oksit ve alüminyum oksit olmak üzere iki tipi mevcuttur [133]. Ticari CAD/CAM zirkonyum oksit seramikleri, Lava Plus (3M, ESPE) veya Kavo Everest (KaVo Dental) gibi ürünlerde, itriya ile stabilize edilmiş

tetragonal zirkonya, polikristal (Y-TZP) biçiminde bulunmaktadır. Bu materyallerin mekanik özellikleri, kimyasal bileşimine bağlı olarak değişmektedir [134].

## 2.5. Zirkonya Esaslı Tam Seramik Restorasyonlar

Tam seramik restorasyonların; mükemmel estetik, renk stabilitesi, yüksek aşınma ve kimyasal direnci, biyouyumlu olması [135], marjin uyumunun iyi olması [136] ve bakteri adezyonunun az olması [137] gibi olumlu karakteristik özellikleri bulunmaktadır. Ancak, tam seramik sistemler, metal-seramik sistemler ile karşılaştırıldığında mekanik dayanımları daha düşüktür [138]. Zirkonya esaslı tam seramikler, uygun direnç ve retansiyon formu sağlanan tek kron yapımında tercih edilmektedir. Ayrıca, ağır okluzal yüklere maruz kalan alanlarda kullanılabilen güçlü seramik materyallerdir. Ancak, yarı saydamlığının az olması nedeniyle estetiğe duyarlı vakalarda uygulamalarını sınırlandırmıştır [131].

Son dönemde, yüksek translüsiye sahip monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM seramikler, diş renginde olmaları, geliştirilmiş translüsi ve mekanik özellikleri nedeniyle popülerlik kazanmıştır [10]. İttriya miktarını %5 mol'e yükselterek ve alümina içeriğini ise azaltarak, zirkonya yapı içerisinde ışığın daha fazla iletilmesi sağlanmaktadır [139]. Zirkonya, camsı bir matriks içermeyen polikristal bir materyaldir [140, 141]. Suda çözünmez, toksik değildir, bakteri tutulumu azdır, korozyon potansiyeli düşüktür [142]. Ayrıca, biyouyumluluğu yüksek olan bir materyaldir [143]. Yapılan çalışmalarda, zirkonya ile ilgili herhangi bir lokal ya da sistemik yan etki görülmemiştir [144]. Ayrıca düşük termal iletkenlikleri sebebiyle, oluşabilecek pulpa irritasyonu riski azdır [1]. Dişeti marjin uyumlarının yeterli olduğunu bildirilmiştir. [145]. Son yıllarda, özellikle çığneme kuvvetlerinin fazla olduğu dişlerde tercih edilmektedir. Monolitik restorasyonların, üst yapı seramik materyaller ile kaplanma gerekliliği bulunmamaktadır. Yapılan araştırmalarda, monolitik zirkonya restorasyonların yetersiz okluzal mesafe varlığında veya brüksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkları olan bireylerde kullanılabileceği bildirilmiştir [146]. Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM materyallerin aşınma dirençleri doğal dişle yakındır. Bu sebeple, antagonist dişlerde aşınmaya sebep olmamaktadır. Özcan ve arkadaşları, bu materyaller ile üretilen restorasyonların antagonist dişlerdeki aşındırma miktarının, zirkonya esaslı restorasyonlara kıyasla anlamlı derecede düşük

olduğunu bildirmişlerdir [147]. Yüksek sertlik ve kırılma dirençlerinden dolayı; uzun gövdeli köprü protezlerinde, endokuronlar, inley ve onley gibi restorasyonlarda kullanım alanı bulmaktadır. Ancak maliyet ve laboratuvar aşamalarının zor olması gibi bazı dezavantajları mevcuttur [148]. Monolitik zirkonya esaslı seramik materyallerin marka ve üretici firmaları Tablo 2.2.1.4'te gösterilmiştir.

**Tablo 2.2.1.4:** Monolitik Zirkonya Esaslı Materyallerin Marka ve Üretici Firmaları

<b>Monolitik Zirkonya Esaslı Materyaller Marka</b>	<b>Üretici Firma</b>
Prettau Zirconia	Zirconzahn / İTALYA
Ceramill Zolid	Girrbach / AVUSTURYA
inCoris TZI	Sirona / ALMANYA
Lava Plus High Translucency Zirconia	3M Espe / ABD
Bruxzir Solid Zirconia	Glidewell / ABD

### **2.5.1 Zirkonya esaslı tam seramiklerin simantasyonu**

Zirkonya esaslı restorasyonların simantasyonu diğer seramiklerin aksine çinko fosfat ya da modifiye cam iyonomer simanlarla yapılabilmektedir. Ancak bu simanların marjinal açıklıkları kapatma konusundaki yetersizliği, tutuculuklarının az olması ve restorasyonun kırılma direncini düşürmeleri gibi dezavantajlarından ötürü rezin simanlarının kullanımı tercih edilmektedir [149].

Rezin simanlar; mine, dentin ve porselen yüzeyi gibi farklı yapıdaki maddelere kuvvetle bağlanabilme özelliğine sahiptir. Bu simanlar yüksek dayanım, ağız ortamında düşük çözünürlük, renk uyumundaki üstünlük gibi özelliklerinden dolayı, inley, onley, lamina ve kron-köprü uygulamaları gibi seramik esaslı restorasyonların simantasyonunda tercih edilmektedirler [150]. Rezin simanların kimyasal, ışıkla polimerize ya da her ikisinin beraber olduğu dual-cure polimerizasyon gösteren çeşitleri mevcuttur [151, 152]. Hem ışık hem de kimyasal olarak polimerize olan

simanlar, ışığın yeterince ulaşamadığı bölgelerde polimerizasyonun tamamlanması amacıyla tercih edilmektedir [153].

Rezin bazlı simanlar adeziv sistemlerine göre; etch&rinse (asitle ve yıkan), self-etch (kendinden asitli) ve self-adeziv (kendinden adezivli) rezin simanlar olarak sınıflandırılmaktadır [154-156].

#### **2.5.1.1 Etch&rinse (asitle ve yıka) rezin simanlar**

Klinik olarak en çok güvenilen, ancak teknik olarak en karmaşık rezin simanlardır. Bu sistemde çoğunlukla %30-40'luk fosforik asit, mineye 30 sn, dentine 15 sn süreyle uygulanır ve yıkanır. Bu yüzey pürüzlendirme işleminden sonra primer ve ardından adeziv uygulanarak üç aşamalı olarak işlem tamamlanır. Etch&rinse tekniği, minede, yeterli ve kararlı bağlanma elde etmede hala en etkili yaklaşımdır. İki aşamalı etch&rinse adeziv sistemlerin, konvansiyonel 3 aşamalı adezivlere göre daha az bağlanma dayanımı gösterdikleri bildirilmiştir [156, 157].

Bu simanlara örnekler şu şekildedir: Variolink II (Ivoclar), Choice 2 (BISCO), RelyX ARC (3M ESPE), RelyX Veneer (3M Espe), NX3 Nexus (Kerr) ve Calibra (Dentsply, Caulk).

#### **2.5.1.2 Self-etch (kendinden asitli) rezin simanlar**

Self-etch rezin siman sistemlerinde, diş yüzeyine, kendinden asitli bir primer ve adeziv ajanının uygulanması şeklindedir. İki veya tek aşamalı olarak uygulanabilmektedir. İntertübüler dentinle hibrit tabakası oluşturlar [158-160]. Kendinden asitli primerlerle uyumlu rezin simanların kullanımıyla, teknik hassasiyetin, dolayısıyla uygulayıcı hatalarının en aza indirilmesi amaçlanmıştır [161]. Kendinden asitli simanların kullanımıyla birlikte post-operatif hassasiyetin azaldığı bildirilmiştir [162]. Bu rezin simanlar, uygulama aşamalarının az olması nedeniyle diş hekimleri tarafından daha çok tercih edilmektedir. Ancak, etch&rinse rezin simanlara göre daha zayıf bağlanma dayanımı gösterdikleri belirtilmiştir [163]. Tek aşamada uygulanan adeziv sistemlerle kullanılması, önemli miktarda su içeren adeziv tabaka oluşumuna neden olmakta ve bu durum rezin yapının polimerizasyonunu engelleyebilmektedir [157].

Bu simanlara örnekler şu şekildedir: Panavia F2.0, Panavia 21 (Kuraray), Clearfil Esthetic Cement Ex (Kuraray), RelyX Ultimate (3M ESPE), ve Multilink (Ivoclar).

### **2.5.1.3 Self-adeziv (kendinden adezivli) rezin simanlar**

Self-adeziv rezin simanlar, dual-cure polimerize olan simanlardır. Dentine bağlanmada etkili olarak kullanılabilirler. Mine ve dentine adezyonda ek bir adeziv sistem uygulanmasına gerek duymazlar. Böylece, simantasyon prosedürünü basitleştirerek zaman kazandırırılar. Self-adeziv simanlar, akrilik veya diakrilat monomerler ve self-adeziv özelliğini oluşturan asidik adeziv monomerler içermektedirler [164]. Resin bazlı yapıştırma materyallerini içeren çoğu klinik prosedür; derin dentin, subgingival preparasyonlar ve bazen zorlu alan izolasyonu gibi elverişsiz koşullar altında gerçekleşir [165].

Günümüzde kullanılan self-adeziv simanlar; RelyX Unicem, Unicem 2 (3M ESPE), Clearfil SA (Kuraray), G-CEM (GC), SmartCem 2 (Dentsply), BisCem (Bisco), Bifix SE (Voco), iCem (Heraeus), Monocem (Shofu), Multilink Sprint, Speed Cem (Ivoclar) ve Maxcem Elite (Kerr)'dir [164].

Bu simanlarla yapılan in-vitro çalışmalarda, fiziksel ve bağlanma özelliklerinin iyi olduğu, çok aşamalı rezin simanlara göre düşük postoperatif hassasiyet ve düşük desimantasyon oranı gösterdikleri belirtilmektedir [155]. Dentine olan bağlanmasının, mineye göre daha iyi olmasından dolayı, mineye yapılan asitleme ile bağlanma dayanımlarının arttırılacağı belirtilmektedir [156]. Ancak, dentine asitleme yapılacak olursa, bağlanma dayanımının azaldığı belirtilmiştir. Bu yüzden, mineye selektif pürüzlendirme önerilmiştir [166].

### **2.6 Simantasyon Öncesi Yüzey İşlemleri**

Son yıllarda geliştirilen yüksek dayanıklılıktaki zirkonya esaslı seramiklerle rezin simanlar arasında güvenilir bir bağlanma elde edilmesindeki problemler halen devam etmektedir. Bu restoratif materyallerin bağlanma dayanımının arttırılması konusunda literatürde yeterli bilgi mevcut değildir. Zirkonya esaslı seramiklerin simantasyon yüzeyine, asit veya silan uygulaması yapılarak bağlanma dayanımının arttırılması mümkün değildir. Bu nedenle, bu problemlerinin giderilebilmesi için farklı yüzey işlemleri uygulamaları gerekmektedir.

Bu sayede, yüzey enerjisi ve yüzey ıslanabilirliği artmakta ve mikromekanik kilitlenme sağlanmaktadır [167]. Seramik iç yüzeyine uygulanan işlemler mekanik, kimyasal, mekanik ve kimyasal olmak üzere üç ana grup altında toplanabilmektedir.

## **2.6.1 Mekanik yüzey işlemleri**

### **2.6.1.1 Kumlama**

Kumlama, temiz ve aktif porselen yüzeyi elde etmek ve mikro mekanik retansiyon sağlamak için yaygın kullanılan yüzey işlemidir. Kumlama işleminde farklı partikül büyüklüğüne sahip alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) parçacıkları basınç ile püskürtülerek yüzeyde çıkıntılı alanlar oluşturulur, böylece siman ile restorasyon ara yüzündeki bağlantı güçlendirilmektedir. Bu işlem aynı zamanda yüzey gerilimini azaltmakta ve yüzeyin ıslanabilirliğini arttırmaktadır [168].

Kumlamanın etkinliğini; partikül büyüklüğü, uygulama basıncı ve süresi, kumlama cihazının materyale uzaklığı gibi değişkenler etkilemektedir [169]. Yanıkoğlu ve arkadaşları, çalışmalarında kum partikül büyüklüğü ve kumlama cihazı basıncının artmasıyla, zirkonya esaslı seramik ve rezin siman arasındaki bağlanma dayanımının arttığı sonucuna varmışlardır [170]. Ancak,  $Al_2O_3$  ile kumlama işlemi bağlanma dayanımını arttırmasının yanı sıra, yüksek dayanıklı seramiklerin yüzey bütünlüğüne zarar verebilmektedir [171]. Zirkonya esaslı seramiklerin mekanik özelliklerini olumsuz etkilememesi amacıyla,  $Al_2O_3$  ile kumlama işleminde uygulanan basıncın azaltılması önerilmektedir [171, 172]. Kern ve arkadaşları, 0.05 MPa düzeyinde düşük basınçla uygulanan  $Al_2O_3$  tozlarının bağlantı için yeterli yüzey pürüzlülüğünü sağladığını belirtmiştir [172].

### **2.6.1.2 Döner aletler ile pürüzlendirme**

Seramik yüzeyinin pürüzlendirilmesi için yüksek devirli kesici aletlerden ve kalın grenli elmas frezlerden yararlanılabilir [153, 174-176]. Elmas frezler kullanıldığında diğer yöntemlere göre daha pürüzlü yüzeyler elde edilebilir, ancak restorasyonun zayıflayabildiği bildirilmiştir [174, 177].

### **2.6.1.3 Lazer ile pürüzlendirme**

Lazer enerjisinin temel etkisi, ışık enerjisini ısı enerjisine çevirmesi sonucu oluşmaktadır. Lazerler uygulandıkları yüzeyde ısı oluşturmaları nedeniyle yapı üzerinde erimeye neden olabilmektedir. Düşük enerji seviyelerinde kullanılmaları, seramik yüzeyleri pürüzlendirmede önemli bir faktördür. Lazer ışığının gücü ve frekansı, CAD / CAM bloklarının yüzey pürüzlülüğünü ve yüzey enerjisini önemli ölçüde etkilemektedir. Yüzey hazırlık işlemlerinde Excimer, CO<sub>2</sub>, Nd: YAG, Er: YAG ve Er,Cr: YSGG gibi lazerlerin kullanıldığı çok sayıda literatür mevcuttur [178].

### **2.6.1.4 Plazma spreji yöntemi**

İyon, elektron, atom ve nötral parçacıklar ihtiva eden, kısmen iyonize edilmiş gaz olan plazma spreji yöntemi ile de yüksek bağlanma değerleri elde edilebilmektedir [179, 180]. Gazın istenilen şekilde iyonize olabilmesi için vakum koşullarında hazırlanması gerekmektedir. Yüksek frekanslı bir jeneratör gazı iyonize ederek plazmaya çevirmektedir [149, 181].

## **2.6.2 Kimyasal yüzey işlemleri**

### **2.6.2.1 Silan uygulaması**

Silanlar, organik adezivler ile seramik ve metal arasındaki bağın dayanımını artırmak için kullanılmaktadır [182]. Silanların kimyasal bağlantıyı sağlayabilmeleri için restorasyon yüzeyinde silika varlığı gerektiği öne sürülmüştür [183]. Yapılan bir çalışmada, silanın tek başına uygulanmasının seramik yüzey morfolojisini değiştirmedeği ve hidrofilik bir yüzeyin göstergesi olan en yüksek yüzey serbest enerjisiyle sonuçlandığı görülmüştür [184]. Birçok çalışmacı, yüzeylerin kumlandıktan sonra silanize edilmesi gerektiğini belirtmiştir [185, 186]. Silanların materyallerin yüzey enerjisini arttırarak rezinler tarafından ıslanabilirliğini kolaylaştırdığı belirtilmiştir [187-189]. Silan tabakası genellikle 10-50 nm kalınlığında uygulanmaktadır. Başarılı bir bağlanma için ince tabaka silan uygulaması önerilir. Tekrarlayan silan uygulamalarında, kalınlık arttıkça koheziv yıkım gerçekleşmektedir [190].

### **2.6.2.2 Primer uygulaması**

Primerler, indirekt restorasyonların adezyon prosedürlerinde önemlidir [191, 192]. Metal primerler, saf metal ve metal alaşımlarına yüzeylerinde bulunan metal oksit tabakasından dolayı güçlü bir bağlantı sağlamaktadır. Zirkonya yüzeyi tıpkı titanyum yüzeyi gibi pasif bir oksit tabakası ( $ZrO_2$ ) ile kolayca kaplanmaktadır. Zirkonyanın metallere benzeyen bu özelliği sayesinde metal primerler, rezin simanlarla zirkonya arasındaki bağlantı dayanımını artırmaktadır [193]. Yun ve arkadaşları, kumlamanın ve metal primerlerinin Y-TZP seramik rezin siman bağlantısına etkisini inceledikleri çalışmalarında, sadece metal primer uygulamasının uzun süreli bağlanma dayanımı sağlayamayacağını, tek başına kumlamanın metal primerlere göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir [193]. Metal/Zirkonya Primer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ve AZ Primer (Shofu, Kyoto, Japan) gibi fosforik asit momomerleri içeren primerler, oksit seramiklerin yüzeyinde kimyasal bağ oluşturduğundan zirkonya ve alumina gibi seramikler için alternatif olarak gösterilmektedir [194, 195].

### **2.6.2.3 Selektif infiltrasyon etching (SIE)**

Selektif infiltrasyon etching; zirkonyanın adeziv rezinlerle bağlantısını artıran, mikro poröz alanlar oluşmasını sağlayan yeni bir tekniktir [196]. Yeni geliştirilen bu yüzey işleminde, silika partikülleri (ağırlığının % 65'i), alümina (ağırlığının % 15'i), sodyum oksit (ağırlığının % 10'u), potasyum oksit (ağırlığının % 5'i) ve titanyum oksit (ağırlığının % 5'i) içeren özel bir cam infiltrasyonu uygulanmaktadır [196, 197]. Asit banyosuyla camın uzaklaştırılmasından sonra, rezinin nüfus edebileceği, daha güçlü bir mikromekanik bağlantının elde edilmesini sağlayan mikro poröziteler oluşmaktadır [197, 198].

### **2.6.3. Mekanik ve kimyasal yüzey işlemleri**

#### **2.6.3.1 Tribokimyasal silika kaplama**

Tribokimya, kinetik enerjiyi kimyasal bağa dönüştürme işlemidir. Tribokimyasal silikatizasyon kum ve alümina partiküllerinin silika ile modifiye halidir ve basınçla uygulandığında seramik yüzeyine 15  $\mu m$ 'a kadar penetre olarak silika tabakası oluşturmaktadır [199, 200].

Bu amaçla, kullanılan Rocatec ve Cojet (3M ESPE, ABD), alüminyum oksit ve silisyum parçacıklarını seramik iç yüzeyine penetre ederek mikropürüzlülük ve kimyasal bağlantı oluşturmayı hedefler [200]. Seramik yüzeylerle siman arasındaki kimyasal bağlantının, yalnızca yüzeydeki silika ile sağlanabildiği gösterilmiştir [201].

### **CoJet sistemi**

Kompozit, seramik ve metal destekli seramik ve amalgam restorasyonların tamirinde, adeziv simantasyon öncesi yüzey hazırlığında kullanılabilen, silika kaplı alüminyum oksit partikülleriyle pürüzlendirme yapılan hava basınçlı bir mikro kumlama sistemidir (3M Espe, ABD) [202]. Cojet sistemi 30 µm boyutlarında silika modifiye Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kum içerir ve tamir işlemlerinde intraoral olarak ve restorasyonların simantasyonunda ise ekstraoral olarak uygulanır [203, 204]. İntraoral kullanımda 15 sn süre ile 2-3 bar basınçla kullanılması önerilmektedir [202].

### **Siljet sistemi**

Siljet Sistemi (Danville Materials Inc., S. Ramon, CA, ABD), 30 µm boyutlarında silika modifiye Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kum içermektedir ve intraoral olarak uygulanmaktadır [205, 206]. Bu sistemin kullanımının ardından uygulanan silanın bağlanma dayanımını arttırdığı belirtilmiştir [192].

### **Siljet plus sistemi**

Silan enkapsülasyon teknolojisinin gelişimiyle birlikte tribokimyasal kaplama ve silanın aynı zamanda uygulanmasına olanak sağlayan Siljet Plus sistemi (Danville Materials Inc., S. Ramon, CA, ABD) geliştirilmiştir. Bu tek aşamalı sistem ile hasta başında geçirilen süre azalmış ve rezin kompozitlerle bağlantı için daha uygun yüzey elde edilmiştir [206]. Cojet, Siljet ve Siljet Plus 30 µm boyutlarında silika modifiye Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kum içerir. Aralarındaki farklılık silika alümina oranıdır [205].

### **Rocatec sistemi**

Rocatec sistemi genellikle laboratuvarlarda uygulanır [203]. Bir kaplama ünitesi (Rocatorec Delta veya Rocatec Junior), yüzey temizliği ve aktivasyon için kullanılan bir mikro kum (Rocatec Pre), silika kaplama kumu (Rocatec Plus veya Rocatec Soft)

ve silan primer solüsyonundan oluşan bir sistemdir (3M Espe, ABD). Rocatec Pre kumu, ince bir tabaka SiO<sub>2</sub> ile kaplanmıştır [207]. Rocatec sistemlerinde, öncelikle 110 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleri içeren Rocatec Pre uygulanarak yüzeyin temizlenmesi sağlanmaktadır [208]. Seramik yüzeyinin silika ile kaplanması işleminde, Rocatec Soft sistemi ile 30 µm silika kaplı alümina ya da Rocatec Plus ile 110 µm silika kaplı alümina kullanılmaktadır. Böylece, silisyum oksit 15 µm derinliğe kadar penetre olmakta ve yüzeydeki çıkıntılarla kaynaşmaktadır [207].

### **Aquacare sistemi**

Aquacare sisteminin güncel cihazı Aquacare Twin (Velopex, İngiltere) sistemi, 29 µm ve 53 µm olmak üzere iki farklı partikül büyüklüğüne sahiptir. 29 µm büyüklüğüne sahip partiküller, direkt restorasyon yapımı öncesi prizmatik minenin kaldırılması, simantasyon öncesi diş yüzeyinin hazırlanması, ortodontik tedavi bitiminde braket sökülmesi sonrasında diş yüzeyindeki kompozit artıklarının uzaklaştırılması gibi işlemlerde diş yüzeyinde herhangi bir frezlemeye gerek kalmadan minimal invaziv temizlik için kullanılmaktadır. Aquacare Twin sisteminin 53 µm büyüklüğündeki partikülleri, restorasyonun kalınlığına ve tipine uygun olarak seçilen basınç ayarında simantasyon protokolü öncesi yüzey pürüzlendirmesinde kullanılabilir. Resin nano seramik materyalleri kumlama işleminde partikül büyüklüğü 50 µm, ortalama süre 10 sn, kumlama cihazının substrata uzaklığı 10 mm civarındadır [209].

### **2.6.3.2. Pirokimyasal Silika Kaplama**

Bu yöntem, Silicoater sistemi (Heraeus-Kulzer, Almanya) olarak tanıtılan bir yüzey işlemidir. Substrat, bir silan çözeltisi enjeksiyonuyla beraber alevden geçirilir. Daha sonra 150–200 °C arasında bir dizi pirokimyasal reaksiyon meydana gelmekte ve seramik yüzey üzerinde bir silikon oksit ara tabakası oluşmaktadır. Substrat oda sıcaklığına soğutulduktan sonra silan birleştirme ajanı, silikon oksit tabakası yüzeyine uygulanmaktadır [201, 210].

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'nun 24449 numaralı kararı ile onaylanmış, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu'nca desteklenmiştir.

Literatüre göre, %80 güçte ve %5 tip 1 hata oranı ile kuvvetli etki büyüklüğüne ( $d=0.5$ ) ulaşmak amacıyla mikrogerilim bağlanma dayanım testi için, her gruptan 16 örnek, taramalı elektron mikroskobu analizleri için her gruptan 1 örnek ve kontakt profilometre ile yüzey pürüzlülüğü analizi her iki yüzey pürüzlendirme grubundan da 10 örnek gerektiği G Power programı (Statistical Power Analyses, Heinrich Heine Universität, Düsseldorf, Almanya) ile belirlendi.

Bu çalışmada kullanılan restoratif materyallerin marka isimleri, üretici firmaları, seri numaraları ve kimyasal içerikleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

**Tablo 3:** Bu çalışmada kullanılan restoratif materyallerin marka isimleri, üretici firmaları, seri numaraları ve kimyasal içerikleri.

	<b>MATERYAL İSMİ</b>	<b>ÜRETİCİ FİRMA</b>	<b>SERİ NO</b>	<b>KİMYASAL BİLEŞİMİ</b>
<b>ADEZİV SİSTEMLER</b>	Single Bond Universal (SBU)	3M ESPE, ABD	8220153	10-MDP, fosfat monomeri, vitrebond kopolimer, HEMA, dimetakrilat rezin, etanol, su, silan (pH: 2.7)
	Clearfil Universal Bond Quick (CUQ)	Kuraray, Japonya	BH0329	10-MDP, Bis-GMA (%10-25), HEMA (%2.5-10), hidrofilik amid monomerleri, koloidal silika, silan, sodyum florid, kamforokinon, etanol (%10-25), su. (pH:2.3)
	Optibond Universal (OBU)	Kerr, ABD	7833990	Aseton (%30-60), HEMA (%5-10), GPDM (%1-5), etanol (%5-10), su. (pH:1.9)
<b>REZİN SİMAN</b>	Rely X U200	3M ESPE, ABD	8354116	Baz: Cam tozu, silika, kalsiyum hidroksit, pigment, primidin, peroksi bileşikleri, başlatıcılar.  Katalizör: Metakrilatlanmış fosforik esterler, dimetakrilatlar, asetat, stabilizörler, self-cure başlatıcılar, light-cure başlatıcılar
<b>ZİRKONYA ESASLI CAD/CAM BLOK</b>	Lava Plus High Translucency Zirconia Disk	3M ESPE, ABD	8797557	98S-18 MM Disk

(BIS-GMA: bifenol A glisidil metakrilat, GPDM: glisero-fosfat dimetakrilat, HEMA: 2-hidroksietil metakrilat, 10-MDP: 10-metakriloyloksidesil dihidrojen fosfat.)

### 3.1 Örneklerin Hazırlanması

Bu tez çalışmasında kullanılmak üzere, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi ve Periodontoloji Anabilim Dalı'na başvuran hastalarımızdan çekim endikasyonu olan, herhangi bir çürük, çatlak, hipoplastik defekt içermeyen periodontal nedenlerle çekilmiş 32 adet alt molar diş elde edildi. Diş yüzeyindeki kalıntılar periodontal küret, detertraj fırçası ve ince grenli polisaj patı kullanılarak temizlendi. Dişler, deneysel prosedürlere kadar distile su içerisinde saklandı. 30 mm x 40 mm x 15 mm boyutlarında silikon ölçü materyalinden (Zetaplus putty ve katalizör Zhermack, İtalya) hazırlanan kalıplar içerisinde, toz ve likitin karıştırılması ile elde edilen soğuk akrilik karışım (Takilon, Rodont, İtalya) döküldü (Şekil 3.1). Dişler, bu polimerize olmamış akrilik yapı içerisinde dikey eksen boyunca mine-sement birleşimi seviyesinde gömülü kalacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Silikon ölçü modeli.



Şekil 3.2: Dişlerin mine-sement birleşimi seviyesinde gömülü kalacak şekilde akrile yerleştirilmesi.

Dişlerin dentin yüzeylerini açığa çıkarmak için, okluzal koronal 1/3 kron kısmı, yere paralel olacak şekilde bir model trimleme cihazı (MT3 Wet trimmer, Renfert GmbH, Hilzingen, Almanya) kullanılarak uzaklaştırıldı (Şekil 3.3). Ardından diş yüzeyine standart smear tabakası elde etmek için, 600-gritlik silikon karbid kağıtlarla metalografik bir cilalama cihazında (Minitech 233, Presi, Grenoble, Fransa) su soğutması altında cilalama işlemi yapıldı. 15x büyütme altında stereomikroskop (Leica MZ 21, Leica Microsystems, Wetzlar, Almanya) ile kontrol edilerek mine varlığı açısından değerlendirildi.



**Şekil 3.3:** Model trimleme cihazı ve koronal dentin yüzeyinin okluzal 1/3 seviyesinde açığa çıkarılması.

Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blok (3M Lava Plus, 3M ESPE, ABD) kullanılarak 4mm kalınlığında, 10 mm genişliğinde ve 10 mm uzunluğunda örnekler elde edildi. (Coritec 550i, Imescore, Almanya) [181] (Şekil 3.4 , Şekil 3.5). Ardından örneklerin standardizasyonu için 800,1000,1200-gritlik silikon karbid kağıtlarla metalografik bir cilalama cihazında (Minitech 233, Presi, Grenoble, Fransa) örneklerin simantasyon yüzeylerine 60 sn süreyle su soğutması altında cilalama işlemi yapıldı [211]. Örnekler, yüzeylerindeki debrisleri uzaklaştırmak amacıyla 5 dk boyunca ultrasonik olarak temizlendi.



**Şekil 3.4:** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blok ve zirkonya örneklerin üretiminde kullanılan CAD/CAM cihazı.



**Şekil 3.5:** Hazırlanan monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM örneği.

Dişler, IDS işlemi varlığı (IDS var/yok), IDS işlemi için kullanılan universal adeziv sistemlerin tipi (Single Bond Universal, Clearfil Universal Bond Quick, Optibond Universal) ve monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların yüzey pürüzlendirme yöntemlerine göre (tribokimyasal silika kaplama/CoJet ve kumlama/SB) rastgele 8 gruba ayrıldı.

**1) Grup CJ (CoJet+IDS yok):** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeylerine 30 µm silika kaplı Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleri (CoJet Sand, 3M ESPE, ABD) ile 2.8 bar basınçta, 10 mm mesafeden, 10 sn boyunca CoJet cihazı (3M ESPE, ABD) ile uygulandı [211] (Şekil 3.6). Örnek yüzeylerindeki debriserler hava ile uzaklaştırıldı. Açığa çıkan dentin yüzeylerine IDS işlemi yapılmadı.

**2) GRUP CJ+SBU (CoJet+Single Bond Universal):** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeyi, yukarıda belirtildiği gibi CoJet ile pürüzlendirildi. IDS işlemi için açığa çıkan dentin yüzeylerine, Single Bond Universal

(3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) adeziv sistem (Şekil 3.7), üretici talimatları doğrultusunda self-etch modunda, 20 sn boyunca mikro kıllı fırça ile ajite edilerek uygulandı, 5 sn boyunca hafif basınçta havayla kurutuldu. Ardından, ışık yayan diyot (LED) ışık cihazı (Valo, Ultradent, South Jordan, UT, ABD) ile 10 sn boyunca polimerize edildi ( $1000 \text{ mW/cm}^2$ ) (Şekil 3.8)

**3) GRUP CJ+CUQ (CoJet+Clearfil Universal Bond Quick):** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeyi, yukarıda belirtildiği gibi CoJet ile pürüzlendirildi. IDS işlemi için açığa çıkan dentin yüzeylerine, Clearfil Universal Bond Quick (Kuraray, Okayama, Japonya) adeziv sistem (Şekil 3.7), üretici talimatları doğrultusunda self-etch modunda, 20 sn boyunca mikro kıllı fırça ile ajite edilerek uygulandı, uygulanan adeziv tabaka hareket etmeye kadar hafif basınçta havayla kurutuldu. Ardından, LED ışık cihazı (Şekil 3.1.11) ile 10 sn boyunca polimerize edildi ( $1000 \text{ mW/cm}^2$ )

**4) GRUP CJ+OBU (CoJet+Optibond Universal):** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeyi, yukarıda belirtildiği gibi CoJet ile pürüzlendirildi. IDS işlemi için açığa çıkan dentin yüzeylerine, OptiBond Universal (Kerr Corp., Orange, CA, ABD) adeziv sistem (Şekil 3.7), üretici talimatları doğrultusunda self-etch modunda, 20 sn boyunca ajite edilerek uygulandı, 5 saniye boyunca hafif basınçta havayla kurutuldu. Ardından, LED ışık cihazı (Şekil 3.1.11) ile 10 sn boyunca polimerize edildi ( $1000 \text{ mW/cm}^2$ )



**Şekil 3.6:** CoJet cihazı.

**5) GRUP SB (kumlama+IDS yok):** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeylerine 50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleri (Rachel Kum, Türkiye) ile 3 bar basınçta, 10 mm mesafeden, 10 sn süre boyunca kumlama cihazı kullanılarak (Basic Eco, Renfert, Almanya) uygulandı [211] (Şekil 3.9). Örnekler, yüzeylerindeki debrisleri uzaklaştırmak amacıyla 5 dk boyunca ultrasonik olarak temizlendi ve hava ile kurutuldu. Açığa çıkan dentin yüzeylerine IDS işlemi yapılmadı.

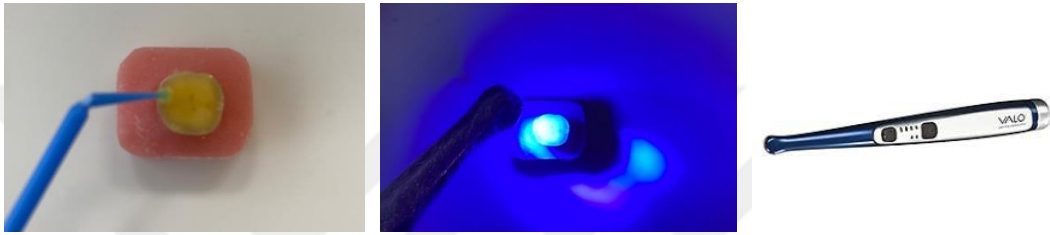
**6) GRUP SB+SBU (kumlama+Single Bond Universal):** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeyi, yukarıda belirtildiği gibi kumlama ile pürüzlendirildi. IDS işlemi için açığa çıkan dentin yüzeylerine, yukarıda belirtildiği gibi Single Bond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) adeziv sistem, üretici talimatları doğrultusunda self-etch modunda uygulandı. Ardından, LED ışık cihazı ile 10 sn boyunca polimerize edildi (1000 mW/cm<sup>2</sup>).

**7) GRUP SB+CUQ (kumlama+Clearfil Universal Bond Quick):** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeyi, yukarıda belirtildiği gibi kumlama ile pürüzlendirildi. IDS işlemi için açığa çıkan dentin yüzeylerine, yukarıda belirtildiği gibi Clearfil Universal Bond Quick (Kuraray, Okayama, Japonya) adeziv sistem (Şekil 3.1.10), üretici talimatları doğrultusunda self-etch modunda uygulandı. Ardından, LED ışık cihazı ile 10 sn boyunca polimerize edildi (1000 mW/cm<sup>2</sup>).

**8) GRUP SB+OBU (kumlama+Optibond Universal):** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeyi, yukarıda belirtildiği gibi kumlama ile pürüzlendirildi. IDS işlemi için açığa çıkan dentin yüzeylerine, yukarıda belirtildiği gibi OptiBond Universal (Kerr Corp., Orange, CA, ABD) adeziv sistem, üretici talimatları doğrultusunda self-etch modunda uygulandı. Ardından, LED ışık cihazı ile 10 sn boyunca polimerize edildi (1000 mW/cm<sup>2</sup>).



Şekil 3.7: IDS için kullanılan universal adeziv sistemler.



Şekil 3.8: IDS uygulaması ve adeziv sistemin LED ışık cihazı ile polimerizasyonu.



Şekil 3.9: Kuşlama cihazı.

### 3.2 Örneklerin Simantasyonu

Yüzey pürüzlendirme işlemleri uygulanan monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon işlemi için, self-adeziv dual-cure bir rezin siman olan Rely X U200 (3M ESPE, ABD) kullanıldı. (Şekil 3.10) Resin simanın baz ve katalizörü üreticinin talimatları doğrultusunda karıştırma pedinde 20 sn boyunca karıştırıldı. Simanın yerleştirilmesinden sonra, monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM bloklar

dentin yüzeylerine uygun konumda pozisyonlandırıldı. Ardından, 9.8 N ağırlığında sabit bir yük simanın sertleşme süresi boyunca uygulandı [212]. Taşan siman artıkları, bir pamuk pelet ile uzaklaştırıldı. Simante edilen bloklar, 5 farklı yüzeyden (okluzal, bukkal, lingual, mezial ve distal) LED ışık cihazı ile ( $1000 \text{ mW/cm}^2$ ) 20 sn boyunca polimerize edildi. (Şekil 3.11) Simantasyonun ardından, tüm örnekler, 24 saat boyunca  $37^\circ\text{C}$ 'de distile suda bekletildi.

Tüm restoratif işlemler boyunca ışık şiddeti periyodik olarak radyometre (Demetron LED Radiometer, Kerr Corp., ABD) ile kontrol edildi.



**Şekil 3.10:** RelyX U200 self-adeziv dual-cure rezin siman.



**Şekil 3.11:** Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM örneğin simantasyonu.

### 3.3 Termal Siklus ile Yaşlandırma

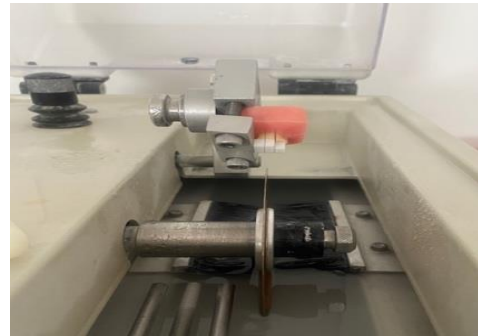
Bu işlem, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan SD Mechatronik Termocycler (Almanya) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. (Şekil 3.12) Örnekler,  $5^\circ\text{C}$ -  $55^\circ\text{C}$ 'de (batırılma süresi=30 sn, transfer süresi=10 sn) termal siklus cihazının su havuzlarında 10.000 döngüye tabi tutularak yaşlandırıldı [213, 214].



**Şekil 3.12:** Termal Siklus Cihazı.

### 3.4 Mikrokesme İşlemi

Bu işlem, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma-Geliştirme Laboratuvarı'nda bulunan Isomet 1000 (Buehler Ltd., Lake Bluff IL, ABD) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi (Şekil 3.13). Termal siklus ile yaşlandırma işlemini takiben örnekler, düşük hızlı kesme cihazına, kesici bıçağa dik açı olacak şekilde yerleştirildi. Örnekler, su soğutması altında düşük hızda, elmas bir bıçak (Dimos, Metkon, Türkiye) yardımıyla önce bukkolingual yönde kesildi. Daha sonra, kendi ekseninde 90° açıyla döndürüldü, tekrar kesme cihazına yerleştirildi ve kesme işlemine mezio-distal yönde devam edildi. Böylece, örneklerden, 2x2x8 mm boyutunda çubuk şeklinde dikine kesitler elde edildi [215] (Şekil 3.14).



**Şekil 3.13:** Mikrokesme cihazı ve örneğin mikrokesme cihazına yerleştirilmesi.



**Şekil 3.14:** Mikroklesme işlemi sonucu elde edilen zirkonya-dentin çubukları.

### 3.5 Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Analizi

Bu işlem, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde bulunan Microtensile Tester (Bisco Inc, ABD) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Her gruptan 16 örnek olacak şekilde zirkonya-dentin çubukları hazırlandı ve mikrogerilim bağlanma dayanımı ölçümü için test cihazına siyanoakrilat adeziv (Somafix, Türkiye) ile iki uçtan yerleştirildi. (Şekil 3.15) Gerilme kuvveti, 0.5 mm/ dk yaklaşım hızı ile örnekte başarısızlık gelişinceye kadar uygulandı (Şekil 3.16) Başarısızlık gelişme anında uygulanan kuvvet, test cihazının kuvvet ölçer aparatının ekranında Newton cinsinden görüntülendi. Her örnek boyutu, bir dijital kumpas (marka) ile ölçülerek kontrol edildi. Mikrogerilim bağlanma dayanımı, maksimum yükleme kuvvetinin (N) bağlanma alanına ( $\text{mm}^2$ ) bölünmesi ile megapaskal (MPa) olarak kaydedildi.



**Şekil 3.15:** Zirkonya-dentin çubuğun siyanoakrilat adeziv ile sabitlenmesi ve mikrogerilim bağlanma dayanımı cihazına yerleştirilmesi.



**Şekil 3.16:** Zirkonya-dentin çubuğun mikrogerilim bağlanma dayanım testi sonucunda başarısızlığa uğramış hali.

### **3.6 Kontakt Profilometre ile Yüzey Pürüzlülüğü Analizi**

Bu analiz, Yıldız Teknik Üniversitesi Araştırma-Geliştirme Laboratuvarı'nda bulunan Mahr GmbH (Mahrsurf PS1, Göttingen, Almanya) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi (Şekil 3.17). Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM bloklardan, su soğutması altında düşük hızda elmas bir bıçak yardımıyla  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$  alana sahip kesitler alındı.

Örneklerin standardizasyonu için 800,1000,1200-gritlik silikon karbid kağıtlarla metalografik bir cilalama cihazında (Minitech 233, Presi, Grenoble, Fransa) örneklerin simantasyon yüzeylerine 60 sn süreyle su soğutması altında cilalama işlemi yapıldı [211]. Örnekler, yüzeylerindeki debrisleri uzaklaştırmak amacıyla 5 dk boyunca ultrasonik olarak temizlendi. Daha önceden bahsedildiği gibi, monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların yüzey pürüzlendirme işlemleri (kumlama ve CoJet) gerçekleştirildi. Her gruptan 10 örnek üzerinde yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası, pürüzlülük değerleri ( $R_a, \mu\text{m}$ ), kontakt profilometre cihazı Mahr GmbH (Mahrsurf PS1, Göttingen, Almanya) kullanılarak ölçüldü. 1.75 mm ölçüm uzunluğu, 0.25 mm kesme değeri ve 0.5 mm/s hızında analizler gerçekleştirildi. Yüzey pürüzlülük değeri, her örneğin dört farklı bölgesinden elde edilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplandı. Her 5 örnekten sonra bir referans bloğu kullanılarak kontakt profilometre cihazı kalibre edildi.



Şekil 3.17: Kontakt profilemetre cihazı ile yüzey pürüzlülük ölçümü.

### 3.7 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Yüzey Morfolojisinin Analizi ve Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisiyle (EDS) Yarı-Kantitatif Elemental Analiz

Monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM bloklardan, su soğutması altında düşük hızda elmas bir bıçak yardımıyla  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$  alana sahip kesitler alındı. Örneklerin standardizasyonu için 800,1000,1200-gritlik silikon karbid kağıtlarla metalografik bir cilalama cihazında (Minitech 233, Presi, Grenoble, Fransa) örneklerin simantasyon yüzeyleri 60 sn süreyle su soğutması altında cilalama işlemi yapıldı. Örnekler, yüzeylerindeki debrisleri uzaklaştırmak amacıyla 5 dk boyunca ultrasonik olarak temizlendi. Örnekler, iletken hale gelebilmesi amacıyla kaplama cihazında altın-palladyum ile kaplandı (Şekil 3.18)

Kumlama ve CoJet ile pürüzlendirilmiş monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM bloklar, taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Evo LS10, Zeiss, Oberkochen, Almanya) kullanılarak 10-30 kV ivme voltajında 1000x ve 2000x büyütmede incelenerek yüzey morfolojileri değerlendirildi (Şekil 3.8.3). Ardından, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile elde edilen geri saçılımlı mikrofotografılarla enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi (EDS) modülü kullanıldı. Böylece, yüzeyin yarı-kantitatif kimyasal mikroanalizleri 5 farklı noktadan gerçekleştirildi. Analiz işleminde Ca, O, Zr, Hf, Y, Si, Al elementleri incelendi.

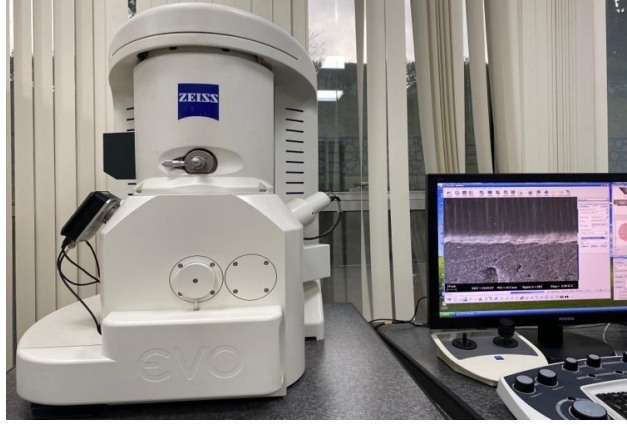


**Şekil 3.18:** Zirkonya blokların (2x2x2 mm) altın-palladyum ile kaplanması.

Zirkonya-dentin ara yüzeylerinin morfolojik analizi için, her gruptan birer örnek olacak şekilde toplam 8 örnek, daha önceden bahsedildiği gibi dentin yüzeyleri açığa çıkarıldıktan sonra monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM bloklarla simante edildi. Simantasyonun ardından, tüm örnekler, 24 saat boyunca oda sıcaklığında distile suda bekletildi. Örneklerden, su soğutması altında düşük hızda, elmas bir bıçak yardımıyla sagittal düzlemde  $2 \times 10 \times 8 \text{ mm}^3$  kesitler alındı. Kesitler, dentini demineralize etmek için 30 saniye boyunca 6 N HCL solüsyonuna batırıldı, ardından 5 dk boyunca su ile yıkandı, daha sonra %3'lük NaOCl solüsyonunda 10 dk boyunca bekletildi ve tekrar 5 dk boyunca su ile yıkandı. Dehidratasyon için örnekler 12 saat boyunca bir desikatör içerisinde bekletildi [216]. Örnekler, iletken hale gelebilmesi amacıyla kaplama cihazında (Quorum Technologies Ltd., East Susses, İngiltere) altın-palladyum karışımı ile kaplandı (Şekil 3.19). Zirkonya-dentin ara yüzeylerinin değerlendirilmesi için örnekler, sagittal düzlemde taramalı elektron mikroskobu kullanılarak 10-30 kV ivme voltajında 1000x, 2000x ve 5000x büyütmede incelendi (Şekil 20).



**Şekil 3.19:** Zirkonya-dentin örneklerin altın-palladyum ile kaplanması.



**Şekil 3.20:** Evo LS10, Zeiss taramalı elektron mikroskobu.

### **3.8 Kırılan Örneklerin Başarısızlık Analizi**

Bu analiz, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma-Geliştirme Laboratuvarı'nda bulunan Leica MZ 21 (Leica Microsystems, Türkiye) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Mikrogerilim bağlanma dayanım testinden sonra, tüm örneklerin kırılma yüzeylerinin başarısızlık tipleri, 15x büyütme altında stereomikroskop kullanılarak analiz edildi. Zirkonya ve yapıştırma siman arasında adeziv başarısızlık, dentin ve yapıştırma siman arasında adeziv başarısızlık; yapıştırma simanında koheziv başarısızlık, dentinde koheziv başarısızlık, zirkonyada koheziv başarısızlık ve her iki başarısızlığın her iki yüzeyde (dentin ve zirkonya) görüldüğü karma başarısızlık (adeziv ve koheziv başarısızlık) şeklinde sınıflandırıldı [217, 218].

### **3.9 İstatiksel Analiz**

Elde edilen veriler, Windows için IBM Statistical Package for Social Sciences 22.0 yazılım (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak analiz edildi. Tüm örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri ve yüzey pürüzlülük değerleri, varyansların normalliği Shapiro-Wilk testi ve varyansların homojenliği Levene testi ile değerlendirildi. Bu test sonuçlarına göre veriler normal dağılım gösterdi. Gruplar arası ve grup içi farklılıkların istatistiksel analizi iki yönlü ANOVA testi ve ikili karşılaştırmalar ise Bonferroni testi ile incelendi. Anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak belirlendi.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Mikrogerilim Bağlanma Dayanım Analizi

Tablo 4.1’de tüm grupların ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.

**Tablo 4.1:** Tüm grupların ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri (MPa) ve standart sapmaları ( $\pm$ SD).

	CJ	SB	p
IDS(-)	1.984 $\pm$ 0.674 <sup>a</sup>	2.206 $\pm$ 0.629 <sup>ab</sup>	0.418
SBU	2.563 $\pm$ 0.851 <sup>ab</sup>	2.264 $\pm$ 0.977 <sup>ab</sup>	0.277
CUQ	2.344 $\pm$ 0.778 <sup>a</sup>	2.079 $\pm$ 0.771 <sup>a</sup>	0.334
OBU	3.287 $\pm$ 0,887 <sup>b</sup>	2.903 $\pm$ 0.515 <sup>b</sup>	0.162
<i>p</i>	<0.001	0.015	

\*Aynı sütündeki aynı küçük harfler arasında istatistiksel olarak fark olmayan grupları göstermektedir.

**Grup CJ:** CoJet+IDS yok, **Grup CJ+SBU:** CoJet+Single Bond Universal, **Grup CJ+CUQ:** CoJet+Clearfil Universal Bond Quick, **Grup CJ+ OBU:** CoJet+Optibond Universal, **Grup SB:** kumlama+IDS yok, **Grup SB+ SBU:** kumlama+ Single Bond Universal, **Grup SB+CUQ:** kumlama+Clearfil Universal Bond Quick, **Grup SB+OBU:** kumlama+ Optibond Universal.

IDS varlığına göre kıyaslandığında, Grup CJ+OBU, Grup CJ’ye kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı gösterirken ( $p<0.05$ ); Grup CJ+SBU ve Grup CJ+CUQ, Grup CJ’ye göre istatistiksel olarak benzer ortalama mikrogerilim dayanımı göstermiştir ( $p>0.05$ ). Grup SB+SBU, Grup SB+CUQ ve Grup SB+OBU, Grup SB’ye göre istatistiksel olarak benzer ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı göstermiştir ( $p>0.05$ ).

IDS işlemi uygulanan gruplar kıyaslandığında; sırasıyla Grup CJ+OBU, Grup CJ+CUQ’ya göre ve Grup SB+OBU, Grup SB+CUQ’ya göre istatistiksel olarak daha yüksek ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı göstermiştir ( $p<0.05$ ). Grup CJ+OBU ile Grup CJ+SBU ve Grup CJ+CUQ ile Grup CJ+SBU istatistiksel olarak benzer ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımları göstermiştir ( $p>0.05$ ). Grup SB+OBU ile Grup SB+SBU ve Grup SB+CUQ ile Grup SB+SBU istatistiksel olarak benzer ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımları göstermiştir ( $p>0.05$ ). Yüzey pürüzlendirme yöntemlerine göre kıyaslandığında, tüm gruplar arasında ortalama

mikrogerilim bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. ( $p > 0.05$ )

#### 4.2 Kontakt Profilometre ile Yüzey Pürüzlülüğü Analizi

Yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası, kontakt profilometre ölçümlerine göre, her iki yüzey pürüzlendirme yöntemi arasında, ortalama yüzey pürüzlülük değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 4.2:** Yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ( $R_a, \mu\text{m}$ ) ve standart sapmaları ( $\pm SD$ )

<i>Yüzey Pürüzlendirme Yöntemleri</i>	<i>Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri (<math>\pm SD</math>)</i>
<b>Kumlama</b>	0.326 $\pm$ 0.126
<b>CoJet</b>	0.414 $\pm$ 0.153
<i>p</i>	0.177

#### 4.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Yüzey Morfolojisinin Analizi ve enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi (EDS) ile Yarı-kantitatif Elemental Analizi

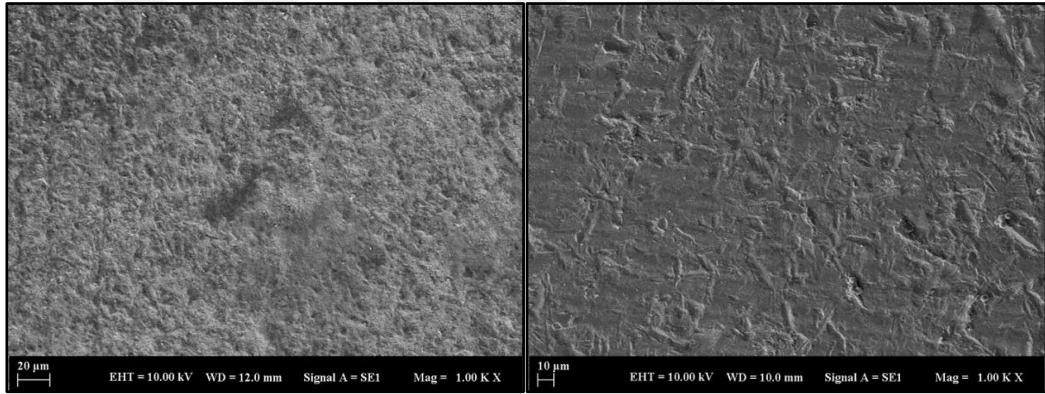
Yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların yüzey morfolojilerinin SEM kullanılarak elde edilen temsili görüntüleri Şekil 4.3’de ve EDS ile elde edilen temsili yarı-kantitatif elemental analizler de Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’te gösterilmiştir.

CoJet ile yüzey pürüzlendirilmesi yapılan örnekte, daha pürüzlü ve düzensiz bir görüntü mevcuttur (Şekil 4.3, sol). Ancak, kumlama ile yüzey pürüzlendirilmesi yapılan grupta, daha az miktarda pürüzlü alanlar gözlenmiştir (Şekil 4.3, sağ). EDS analizlerine göre; kumlama yapılan örnekte, ağırlıkça Al miktarı daha fazla iken; CoJet uygulanan örnekte Si daha yüksek bulunmuştur. (Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6)

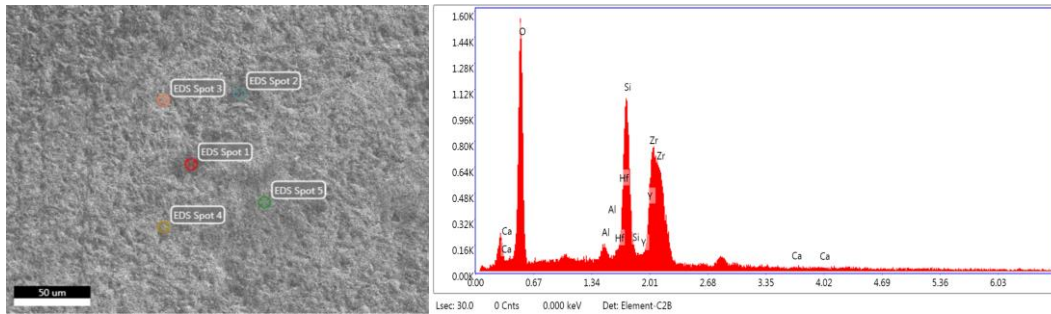
Tüm grupların zirkonya-dentin bağlanma ara yüzeylerinin morfolojik analizlerinin SEM kullanılarak elde edilen temsili görüntüleri Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

IDS uygulanmayan gruplar kıyaslandığında, Grup CJ’de (Şekil 4.7 a ve A) bazı bölgelerde hibrit tabakada boşluk oluşumu ile beraber ayrılmalar mevcutken; Grup SB’de (Şekil 4.7 e ve E) Grup CJ’ye göre daha kalın ve devamlı bir hibrit tabaka mevcuttur.

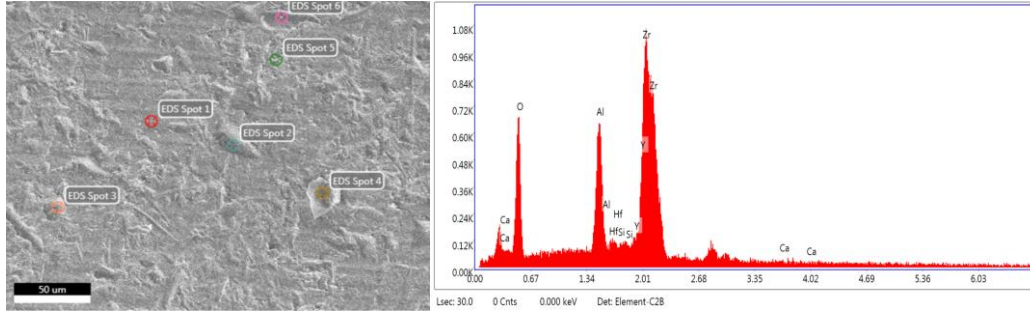
IDS uygulanan gruplar kıyaslandığında, Grup CJ+OBU (Şekil 4.7 d ve D) ve Grup SB+OBU’da (Şekil 4.7 h ve H) uzun rezin tag oluşumları ile beraber, kalın ve devamlı bir hibrit tabaka gözlenmiştir. Grup CJ+SBU (Şekil 4.7 b ve B) , Grup SB+SBU (Şekil 4.7 f ve F) ve Grup CJ+CUQ (Şekil 4.7 c ve C) ve Grup SB+CUQ’da (Şekil 4.7 g ve G) ise bazı bölgelerde kısa rezin taglar ile beraber, ince ve devamlı bir hibrit tabaka gözlenmiştir.



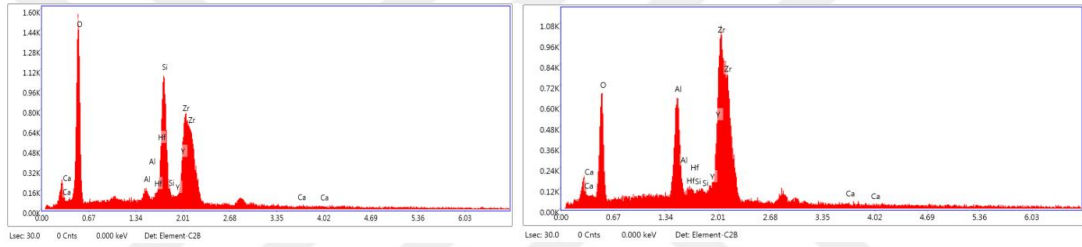
Şekil 4.3: SEM ile elde edilen CoJet (sol) ve Kumlama (sağ) ile Pürüzlendirilen Zirkonya Esaslı CAD/ CAM Yüzeylerinin Temsili SEM Görüntüleri (1000x).



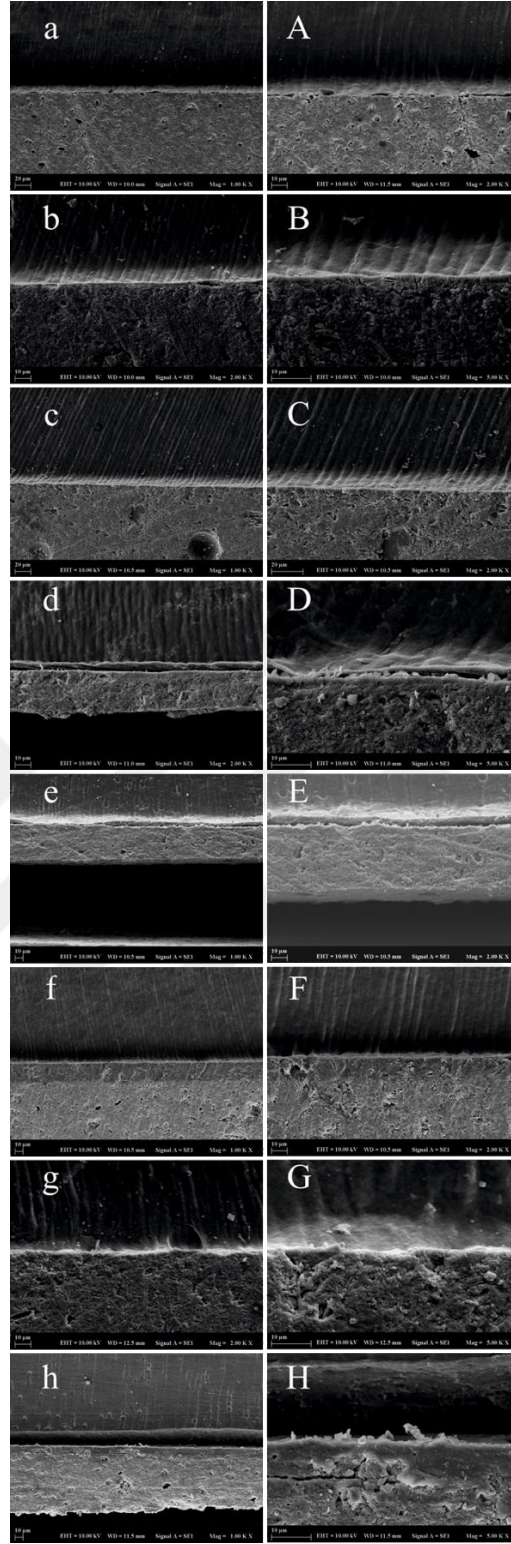
Şekil 4.4: CoJet ile pürüzlendirilen zirkonya esaslı CAD/ CAM yüzeylerinde görülen partiküllerin SEM/EDS point analizi görüntüleri ve element analizi (%) grafiği.



**Şekil 4.5:** Kumlama ile pürüzlendirilen zirkonya esaslı CAD/ CAM yüzeylerinde görülen partiküllerin SEM/EDS point analizi görüntüleri ve element analizi (%) grafiği.



**Şekil 4.6:** Cojet (sol) ve kumlama (sağ) ile pürüzlendirilen zirkonya esaslı CAD/ CAM yüzeylerinde bulunan Ca, O, Al, Hf, Si, Y, Zr elementlerinin (%) grafiksel analizi.



**Şekil 4.7:** Grupların zirkonya-dentin bağlanma ara yüzlerinin temsili SEM görüntüleri. (1000x, 2000x ve 5000x)

Grup CJ (a,A), Grup CJ+SBU (b,B), Grup CJ+CUQ (c,C), Grup CJ+OBU (d,D), Grup SB (e,E), Grup SB+SBU (f,F), Grup SB+CUQ (g,G), Grup SB+OBU (h,H)

#### 4.4 Kırılan Örneklerin Başarısızlık Analizi

Tüm test edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanım testi sonucu oluşan başarısızlık tipleri ve sayıları stereomikroskop altında 15x büyütmede incelenmiştir. Tüm test edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanım testi sonucu oluşan başarısızlık tipleri ve sayıları Şekil 4.3'te görülmektedir.

**Tablo 4.3:** Tüm test edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanım testi sonucu oluşan başarısızlık tipleri ve sayıları.

<b>Gruplar</b>	<b>Zirkonya- Siman Adeziv</b>	<b>Dentin- Siman Adeziv</b>	<b>Zirkonya Koheziv</b>	<b>Yapıştırma Simanı Koheziv</b>	<b>Dentin Koheziv</b>	<b>Karma</b>	<b>Toplam</b>
<b>Grup CJ</b>	<b>9</b>	0	0	0	0	7	16
<b>Grup CJ+SBU</b>	4	0	0	2	0	<b>10</b>	16
<b>Grup CJ+CUQ</b>	4	0	0	1	0	<b>11</b>	16
<b>Grup CJ+OBU</b>	0	0	0	1	0	<b>15</b>	16
<b>Grup SB</b>	1	0	0	1	0	<b>14</b>	16
<b>Grup SB+SBU</b>	2	0	0	1	0	<b>13</b>	16
<b>Grup SB+CUQ</b>	4	0	0	3	0	<b>12</b>	16
<b>Grup SB+OBU</b>	0	0	0	1	0	<b>15</b>	16

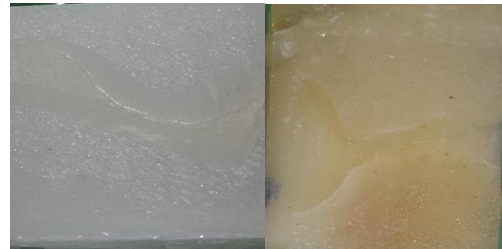
**Grup CJ:** CoJet+IDS yok, **Grup CJ+SBU:** CoJet+Single Bond Universal, **Grup CJ+CUQ:** CoJet+Clearfil Universal Bond Quick, **Grup CJ+ OBU:** CoJet+Optibond Universal, **Grup SB:** kumlama+IDS yok, **Grup SB+ SBU:** kumlama+ Single Bond Universal, **Grup SB+CUQ:** kumlama+Clearfil Universal Bond Quick, **Grup SB+OBU:** kumlama+ Optibond Universal.

Stereomikroskop analizlerine göre, test edilen grupların çoğunda, Grup CJ hariç, sıklıkla karşılaşılan başarısızlık tipi karma başarısızlık olmuştur (Şekil 4.5). Karma başarısızlığa en yüksek oranda Grup CJ+OBU ve Grup SB+OBU'da rastlanmıştır. Bu başarısızlık diğer gruplarda azalan şekilde; Grup SB, Grup SB+SBU, Grup SB+CUQ, Grup CJ+CUQ, Grup CJ+SBU ve Grup CJ takip etmektedir. İkinci sıklıkla karşılaşılan başarısızlık tipi zirkonya ve yapıştırma simanı arasında adeziv başarısızlıktır (Şekil 4.4) ve sadece Grup CJ'de en yüksek oranda rastlanan başarısızlık tipi olmuştur. Bu başarısızlık diğer gruplarda azalan şekilde; Grup CJ+SBU, Grup CJ+CUQ, Grup SB+CUQ, Grup SB+SBU ve Grup SB takip etmektedir.

Diğer rastlanan başarısızlık tipi ise yapıştırma simanında koheziv başarısızlık olmuştur (Şekil 4.6) ve en sıklıkla Grup SB+CUQ'da görülmüştür. Bu başarısızlık diğer gruplarda azalan şekilde; Grup CJ+SBU, Grup CJ+CUQ, Grup CJ+OBU, Grup SB, Grup SB+SBU ve Grup SB+OBU takip etmektedir. Grup SB'de zirkonya ve yapıştırma simanı arasında adeziv ile yapıştırma simanında koheziv başarısızlıklar eşit oranda görülmüştür.



**Şekil 4.8:** Örneğin zirkonya esaslı seramik yüzeyinde zirkonya-siman adeziv başarısızlık (sol) ve diş yüzeyinde dentin-siman adeziv başarısızlık(sağ).



**Şekil 4.9:** Örneğin zirkonya esaslı seramik simantasyon yüzeyinde karma başarısızlık (sol) ve diş yüzeyinde karma başarısızlık(sağ).



**Şekil 4.10:**Örneğin zirkonya esaslı seramik simantasyon yüzeyinde karma başarısızlık (sol) ve diş yüzeyinde yapıştırma simanı koheziv başarısızlık (sağ).

## 5.TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, farklı universal adeziv sistemler kullanılarak yapılan IDS işleminin, farklı yüzey pürüzlendirme yöntemleri uygulanmış monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımları değerlendirilmiştir. Farklı universal adeziv sistemler kullanılarak yapılan IDS işleminin, farklı yüzey pürüzlendirme yöntemleri uygulanmış monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerine etkisi yoktur şeklindeki sıfır hipotezi kısmen reddedilmiştir. Çünkü her iki yüzey pürüzlendirme yöntemin sonrasında, Optibond Universal adeziv sistem ile yapılan IDS uygulamasında, Clearfil Quick Bond adeziv sistem ile yapılan IDS uygulamasına kıyasla, monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan mikrogerilim dayanımı daha yüksek bulunmuştur.

Geleneksel tam seramikler, üstün estetik özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, yeterli mekanik özelliklere sahip olmadıklarından; estetik açıdan geleneksel tam seramiklere alternatif olan, aynı zamanda mekanik açıdan da daha üstün özelliklere sahip zirkonya esaslı seramik materyaller gündeme gelmiştir. Bu restoratif materyallerin CAD/CAM sistemler ile üretimi kolaydır. Bunun yanı sıra, iyi bir biyouyumluluğa sahiptir ve geleneksel tam seramiklere göre karşıt dişte oluşturduğu aşındırma miktarları düşüktür [8, 9]. Monolitik zirkonya esaslı seramikler, silika esaslı seramiklerden daha yüksek dayanıklılık ve kırılma direnci göstermekte ve metal destekli protetik restorasyonlardan daha estetik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir [219, 220].

Son dönemde, yüksek translüensiye sahip monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM seramikler, diş renginde olmaları, geliştirilmiş translüensi ve mekanik özellikleri nedeniyle popülerlik kazanmıştır [10].

İndirekt restorasyonların yapım aşamasındaki en önemli problemler, ölçü alımından sonra hastanın geçici restorasyonla beklediği süre içerisinde meydana gelmektedir [221]. IDS uygulaması, indirekt restorasyonlar için rezin siman ile diş dokusu arasında başarılı bir bağlanma sağlamaktadır [222]. Bu teknik, ölçü alımından önce, preperasyon sonrası açığa çıkan dentin yüzeylerinin, bir adeziv sistem veya akışkan kompozit rezin kullanılarak aynı seansta örtülmesini kapsamaktadır [223-225]. Resin monomerlerin sert dokuya penetrasyonu ile hibrit tabaka olarak adlandırılan "interfaz tabakası" oluşmaktadır. IDS uygulamasıyla, mine-dentin bağlantısına benzer bir rezin-dentin hibridizasyon tabakası sağlanmaktadır [21]. Bu nedenle, IDS uygulaması, "prehibridizasyon", "dual-adeziv teknik" veya "rezin kapama tekniği" şeklinde de adlandırılmaktadır [80]. IDS uygulaması ile, diş-restorasyon ara yüzeyinde boşluk oluşumu azalır, post-operatif hassasiyet, bakteriyel sızıntı ve pulpitis gelişimi önlenir [75, 226-228]. Hibrit tabakadaki kollojen fibrillerin kollapsı engellenir ve hibrit tabaka, simantasyon esnasında meydana gelen gerilim streslerinden korunmuş olur. Böylece, diş-restorasyon ara yüzeyinin bağlanma dayanımı artar ve restorasyonun mekanik direncinde artış görülür [229]. Adezyona sağladığı olumlu katkıyla beraber, kısa klinik kronlar ve aşırı derecede konikleşen preperasyonlarda, retansiyonu iyileştirmeye de katkı sağlayabilmektedir [82]. IDS uygulaması için geleneksel olarak, dördüncü ve beşinci nesil adeziv sistemler (etch&rinse sistemler) önerilmektedir [24]. Magne, uzun dönem başarısı açısından üç aşamalı etch&rinse adeziv sistemleri önermiştir [83]. Bununla birlikte, IDS uygulamalarında basitleştirilmiş sistemler olan altıncı ve yedinci nesil adeziv sistemlerin de (self-etch sistemler) bağlanma dayanımını arttırabildiği belirtilmiştir [25]. Duerte ve arkadaşları, IDS uygulamalarında self-etch adeziv sistemlerin, etch&rinse adeziv sistemlerle elde edilen bağlanma dayanımına benzer sonuçlar gösterdiğini bildirmiştir [230]. Şahin ve arkadaşları, iki aşamalı ve tek aşamalı self-etch adeziv sistemlerin IDS uygulamasında etkili olduğunu bildirmişlerdir [231].

Adeziv diş hekimliğinde, koltukta harcanan zamanın ve klinik prosedürlerin teknik hassasiyetini azaltmak için her zaman adezyon aşamalarının basitleştirilmesi

denenmiştir. Son yıllarda, universal adeziv sistemler olarak bilinen, yeni tek aşamalı self-etch adeziv sistemler piyasaya sürülmüştür. Hekimlere, self-etch, selektif etch ve etch&rinse uygulama seçenekleri ile multi-mode uygulama imkanı sunmaktadır [232]. Ayrıca, diş dokusu ve protetik materyaller gibi farklı yüzeylerde etkili olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, bu tez çalışmasında farklı monomerler içeren universal adeziv sistemler ile IDS işleminin monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca, tüm test edilen universal adeziv sistemler self-etch modunda uygulanmıştır; çünkü bu uygulama yöntemi nicel ve nitel olarak yüksek penetrasyon gösterirken, etch&rinse sistemlerine göre post-operatif duyarlılığı da azaltmaktadır [233].

Yüksek kırılma dayanımı ve bükülme direncine sahip olması nedeniyle zirkonya esaslı seramik restorasyonların simantasyonunda geleneksel simanlar kullanılabilir [234-236]. Ancak, diş dokularına hem de restoratif materyallere adezyon gösterebilen rezin simanlar da tercih edilmektedir. Bu rezin simanlar, marjinal bütünlüğü sağlamakta, restore edilmiş dişin kırılma dayanımını ve restoratif materyallerin retansiyonunu arttırmakta, post-operatif hassasiyeti azaltmaktadır. Ayrıca, ağız sıvıları ile temasta çözünürlüğünün az olması da önemli bir avantajdır. İndirekt restorasyonların uzun ömürlülüğü, diş dokuları ve rezin simanlar arasındaki bağlanma etkinliği ile doğrudan bağlantılıdır [237]. İndirekt restorasyonların simantasyonunda kullanılan pek çok rezin siman olmasına rağmen günümüzde en çok tercih edilenler; adeziv sistemlerle birlikte kullanılan rezin simanlar ve adezive ihtiyaç duymayan tek aşamada uygulanabilen self-adeziv rezin simanlardır [238, 239]. Adeziv rezin simanların simante edilmeden önce, simante edilecek yüzeye yapılan ön işlemler zaman alıcı olduğundan ve teknik hassasiyet gerektirdiğinden, self-adeziv rezin simanlar geliştirilmiştir [240, 241]. Rely-X U200, baz kısmında cam tozu, silika, kalsiyum hidroksit, pigment, primidin, peroksi bileşikler, başlatıcılar; katalizör kısmında ise metakrilatlanmış fosforik esterler, dimetakrilatlar, asetat, stabilizörler, kendiliğinden sertleşen ve ışıkla sertleşen başlatıcılar içeren düşük pH'a sahip self-adeziv dual-cure bir rezin simandır. Literatürde, self-adeziv rezin simanların pH değerinin adeziv bağlanmayı etkilediği bildirilmiştir. pH'ı düşük bir simanın, pH'ı daha yüksek simanlara kıyasla daha iyi bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği belirtilmektedir [242]. Oyağüe ve arkadaşlarının çalışmalarında, self-adeziv rezin simanların, zirkonya esaslı seramiklerin simantasyonu için uygun olduğunu

bildirmişlerdir [235]. Peçanha ve arkadaşları, rezin simanların zirkonya esaslı seramiklere olan bağlanma dayanımını artırmak amacıyla, zirkonya esaslı seramik materyali (Lava, 3M ESPE) çeşitli yöntemlerle pürüzlendirdikleri çalışmalarında, yüzey pürüzlendirme yöntemi ile bağlantılı olarak self-adeziv rezin simanlarla (RelyX U200) simante edilen gruplarda, geleneksel MDP içeren rezin simanla (Panavia F 2.0) simante edilen gruplara göre daha yüksek ve stabil bağlanma dayanım değerleri elde etmişlerdir [243]. Ayrıca, Lee ve arkadaşları, zirkonya esaslı seramik yüzeyinin bir asitle pürüzlendirilmesi sonrası, rezin simanlarla bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında, self-adeziv rezin simanların (Rely X), self-etch rezin simanlara (Panavia) kıyasla daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı elde edildiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, self-adeziv simanların pürüzlendirilmiş yüzeylerdeki boşluklara daha kolay penetre olarak mikromekanik kilitleme sağladığını ve termal yaşlanmaya bağlı olarak gelişen hidrolize daha dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir [244]. Bu nedenle, bu tez çalışmasında monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM restorasyonların simantasyonunda, alternatif fosforik asit metakrilat monomeri içeren Rely X U200 kullanılmıştır.

İndirekt restorasyonların başarısında, restoratif materyal ile diş dokuları arasındaki adezyon önemli bir konudur [11]. Restorasyonun ve rezin simanın mikromekanik bağlanmasını sağlamak için indirekt restorasyonların simantasyon yüzeyleri modifiye edilmelidir. Siman ve restorasyonun bağlanma dayanımını arttırmak için kullanılan yöntemlerden biri olan asitle pürüzlendirme (hidroflorik asit veya fosforik asit vb.) mikromekanik bağlantıyı sağlamaktadır [12]. Ancak, silika esaslı seramiklerin simantasyonu öncesinde yüzey pürüzlendirmede kullanılan bu yöntem, zirkonya esaslı seramiklerin yüzey pürüzlendirilmesinde etkin bir şekilde uygulanamamaktadır. Zirkonya esaslı seramikler, camsı faz ya da silika içermediğinden asitle yüzey pürüzlendirilmesinde ve silanla kimyasal bağlantı elde edilmesinde sorunlar oluşmaktadır [220, 245]. Karşılaşılan zorluklar nedeniyle, mikromekanik kilitlemeyi sağlamak için kumlama, döner aletler ile pürüzlendirme, tribokimyasal silika kaplama, SIE yöntemi, lazer ile pürüzlendirme gibi farklı yöntemler tercih edilmektedir [220, 246]. Bu yöntemlerin kullanımı sonrası, yüzeyde oluşturulan morfolojik değişimler ile yüzey pürüzlülüğü arttırılmakta, yüzey enerjisi ve yüzey ıslanabilirliği geliştirilmekte, rezin simanın yüzeydeki mikroretantif alanlara penetrasyonu sayesinde iyi bir bağlanma sağlanmaktadır [247, 248].

Zirkonya esaslı seramiklerin simantasyonu öncesinde, yüzey pürüzlendirme işlemi olarak  $Al_2O_3$  partikülleri ile kumlama yaygın olarak kullanılmaktadır [249-251].  $Al_2O_3$  partiküllerinin kullanımı sonrası, zayıf porselen parçacıklarının uzaklaştırması ile düzensiz yüzeyler elde edilmekte, zirkonya içeriğinde bulunan hidroksil grupları açığa çıkmakta ve yapıştırma simanı ile adezyon sağlanmaktadır [252, 253]. Kumlama işleminde 25-110  $\mu m$  olan partiküller, 0.5-4 bar basınç ile 10-20 sn aralığında uygulanabilmektedir [254-256]. Prylinska-Czyweska ve arkadaşları,  $Al_2O_3$  partiküllerini kullanarak yapılan kumlama işleminin zirkonya esaslı seramiklerin dentine olan bağlanma dayanımını arttırmada etkili olduğunu bildirmişlerdir [257]. Phark ve arkadaşları, farklı dual-cure rezin simanlar ve farklı yüzey yapılı yoğun sinterlenmiş zirkonyum oksit seramikler arasındaki bağlanma dayanımını uzun dönemde in-vitro olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, kumlama yapılmaksızın uygulanan simantasyonda başarısızlık bildirmişlerdir [247]. Tribokimyasal silika kaplama yöntemi, mekanik enerji kullanılarak kimyasal bir bağlanma oluşturan bir yöntemdir. Klinik uygulamada kullanılan tribokimyasal silika kaplama yöntemi olan CoJet (Cojet™, 3M ESPE, Almanya) sistemi, 30  $\mu m$  boyutunda, silika ile modifiye edilmiş  $Al_2O_3$  partikülleri içermektedir. Cojet sisteminin içeriği, %97'den daha fazla  $Al_2O_3$  partiküllerinden ve %3'ten daha az amorf silikadan oluşmaktadır. Bu yöntemde, silika ile modifiye edilmiş  $Al_2O_3$  partikülleri restorasyonun simantasyon yüzeyine yüksek basınç altında püskürtülerek uygulanmakta ve yüzeyde bir silika tabakası oluşturmaktadır. Silika kaplı bu partiküller, çarpma hızının etkisiyle kısmen erime gözlenen yüzeylere gömülmektedir. Partikülerin çarpmasıyla oluşan yüksek ısı enerjisi yüzeyde 15 $\mu m$  derinliğine kadar çukurlar oluşturmaktadır. Önceki çalışmalar, 30-110  $\mu m$  boyutundaki tribokimyasal silika kaplama yönteminin, rezin simanla olan bağlantıyı arttırdığını bildirmektedir [258, 259]. Bu nedenle bu çalışmada, simantasyon öncesinde monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM örneklerinin simantasyon yüzeylerine, tribokimyasal silika kaplama yönteminde/CoJet 30  $\mu m$  silika kaplı  $Al_2O_3$  partikülleri (CoJet Sand, ESPE Dental AG, Seefeld, Almanya) 2.8 bar basınçta ve kumlama yönteminde 50  $\mu m$  boyutunda  $Al_2O_3$  partikülleri 3 bar basınçta ve ise 10 mm mesafeden 10 sn süre ile uygulanmıştır.

Adeziv sistemlerin diş dokularına bağlanma dayanımlarını değerlendirmek için günümüzde makro/mikro makaslama ve gerilim testleri kullanılmaktadır [260]. Yüksek bağlanma dayanım değerlerine sahip yeni materyaller, gerilme veya

makaslama gibi basit test yöntemleri ile test edildiğinde dentin içerisinde kırılma (koheziv kırılma) oranı artabilir, dentin/rezin ara yüzünde istenen ayrılma gerçekleşmeyebilir ve bu da incelenen materyalin gerçek bağlanma dayanım performansı konusunda araştırmacıya yanlış bilgi verebilir [261]. Dentindeki olası koheziv kırılmaların önüne geçebilmek için test sırasında kuvvetlerin bağlanma yüzeyine eşit olarak dağıtılması gerekir. Mikrogerilim testi bu amaçla geliştirilmiş bir yöntem olup; bu test yöntemi, klasik yöntemlerden daha uzun ve yoğun bir çalışma gerektirse de dentin içerisindeki koheziv kırılmaların önüne geçebilmektedir [261]. Ayrıca, daha fazla adeziv kırılma daha az koheziv kırılma elde edilmesi, daha yüksek erken bağlanma kuvvetlerinin olması, bölgesel bağ kuvvetlerinin ölçülmesine izin vermesi [262], düzensiz yüzeylere veya çok küçük alanlara bağlanmanın da test edilebilmesi [263-265], restorasyon bulunan kavite duvarlarının bağlanma dayanımının değerlendirilebilmesi, daha az sayıda dişten daha çok örnek hazırlanabilmesi sebebiyle örnekler arası farklılıkları azaltabilmesi gibi avantajlar nedeniyle bu tez çalışmasında mikrogerilim bağlanma dayanım testi tercih edilmiştir [266-268].

Ağız içerisinde restoratif materyaller, sürekli olarak ısı ve pH değişimlerine maruz kalmaktadırlar [269, 270]. Kimyasal, termal ve mekanik faktörler; siman-seramik ara yüzündeki adezyonu etkileyebilmektedir [271,272]. Diş hekimliğinde in-vitro çalışmalarda, bir restorasyonun doğal yaşlanma sürecini taklit etmek amacıyla, distile suda bekletme, deiyonize suya daldırma, termal siklus cihazında hidrotermal döngüye tabi tutma, okluzal yüklemeler, pH siklus, sitrik aside veya kaynamış suya daldırma, %1'lik sodyum klorür solüsyonunda bekletme, ultraviyole veya görünür ışığa sürekli maruziyet veya oral biyofilm içerisinde bekletme gibi hızlandırılmış yaşlandırma yöntemleri uygulanmaktadır [273]. Bu amaçla, termal siklus uygulaması sıklıkla tercih edilen bir suni yaşlandırma yöntemi olmuştur [274-276]. Bu yöntemde, örneklerin, 5°C ve 55°C sıcaklıkta bulunan iki ayrı su havuzunda belirli sürelerde bekletilmesi ile yaşlandırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Böylece, tekrarlanan ısı değişimleri sonucu restoratif materyaller ve diş dokuları arasındaki farklı termal genleşme katsayılarına bağlı olarak bağlanma ara yüzünde termal gerilim yaratılması hedeflenmektedir [277]. Diş-restorasyon ara yüzeyi arasındaki hidrolitik degradasyon, adeziv ara yüzeyinin devamlı zayıflamasına ve restorasyonların diş dokularına olan bağlanma dayanımının azalmasına neden olmaktadır [278-281]. Leloup ve arkadaşları, kısa dönem

termosiklus uygulamasının (500 döngü, 5/55°C) bağlanma dayanım değerleri üzerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir [282]. Ancak, termal siklus ile yaşlandırmanın 5.000 döngüde uygulanmasının daha etkili olduğu bildirilmiştir [283]. Literatürde, 10.000 döngüde termal siklus uygulaması ile yaşlandırmanın 1 yıllık klinik kullanıma denk geldiğini bildirmişlerdir. Isı değişiminin ağız içerisinde günlük 20-50 kez meydana gelmesi nedeniyle bu hipotez oluşturulmuş ve araştırmacılar tarafından kabul görmüştür [284, 285]. Bu tez çalışmasında, tüm monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM restorasyonlar, termal siklus cihazında 5-55 °C [213, 214] olan su banyolarına batırılarak 10.000 döngüye tabii tutularak suni olarak yaşlandırılmıştır [286].

Self-adeziv rezin simanlar, dentine herhangi bir ön işlem uygulanmadan bağlanmak üzere tasarlanmış olsalar da, adeziv sistemler kullanılarak yapılan IDS uygulamasının, dentinin ön hazırlığın yapılmasına olanak sağladığı düşünülmektedir. Bu nedenle, IDS uygulamasının, self-adeziv rezin simanların bağlanma kalitesini olumlu etkileyebildiği belirtilmektedir. Sailer ve arkadaşları, IDS uygulamasının, çeşitli rezin simanların dentine bağlanma dayanımını etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, IDS uygulamasının bir self-adeziv rezin siman olan RelyX U200'ün (3M ESPE, St.Paul,Minn) dentine bağlanma gücünü artırdığını, ancak adeziv rezin simanlar olan Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichenstein) ve Panavia 21 (Kuraray, Tokyo, Japonya) üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir [23].

Bu tez çalışmasında, IDS varlığına göre gruplar kıyaslandığında, CoJet ile pürüzlendirme yapılan gruplarda, Optibond ile IDS uygulanan örnekler, IDS uygulanmayan örneklerle kıyasla, istatistiksel olarak daha yüksek ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri göstermiştir. Kuşlama ile pürüzlendirme yapılan gruplarda ise IDS uygulanan örnekler ve IDS uygulanmayan örnekler arasında ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Duarte ve arkadaşları, farklı adeziv sistemlerle IDS uygulamasının dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımına etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında; hem etch&rinse hem de self-etch adeziv sistemler ile IDS uygulamasının yüksek bağlanma dayanımı neden olduğunu bildirmişlerdir [287]. Ferreira-Filho ve arkadaşları, self-etch and etch&rinse adeziv sistemlerle IDS uygulamasının etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, 3 ay suda bekletme sonrası, IDS uygulamasının self-adeziv rezin simanın dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımı üzerinde belirgin bir etkisi

olmadığını bildirmişlerdir [288]. Rigos ve arkadaşları, IDS uygulamasının monolitik zirkonya esaslı seramiklerin dentine olan immediate bağlanma dayanımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, IDS uygulamasının bağlanma dayanımı üzerinde olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir [229]. Deniz ve arkadaşları, farklı universal adeziv sistemlerle IDS uygulamasının self-adeziv yapıştırma simanının dentine olan immediate bağlanma dayanımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, IDS uygulamasının dentine olan bağlanma dayanımı üzerine olumlu etkisi olduğu sonucuna varmışlardır [289]. Ayrıca, Deniz ve arkadaşları, Single Bond Universal adeziv sistemle IDS uygulamasının adeziv yapıştırma simanının dentine olan immediate bağlanma dayanımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında ise, IDS uygulamasının bağlanma dayanımı üzerine herhangi bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir [290].

Universal adeziv sistemler, farklı içeriklere sahip olduklarından farklı klinik performanslar sergileyebilmektedir [289]. IDS uygulamasının başarısında, adeziv sistem seçimi önemli bir etkidir. Literatürde, doldurucu içerikli adeziv sistemlerin, doldurucu içermeyenlere kıyasla daha stabil bir rezin kapama sağlaması nedeniyle, IDS uygulamaları için daha uygun olduğu belirtilmiştir [291]. Bu tez çalışmasında, IDS uygulanan gruplar kıyaslandığında, her iki yüzey pürüzlendirmesi sonrası, Optibond Universal ile IDS yapılan örnekler, Clearfil Universal Bond Quick ile IDS yapılan örneklerle kıyasla, istatistiksel olarak daha yüksek ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri göstermiştir. Optibond Universal, fonksiyonel monomer olarak glisero-fosfat dimetakrilat (GPDM) içerirken; Clearfil Universal Bond Quick ise fonksiyonel monomer olarak amid monomeri ve 10-metakriloyloksidesil dihidrojen fosfata (10-MDP) sahiptir. GPDM monomeri kalsiyum ile etkileşime girerek hidroksiapatit ile kimyasal bağlanma sağlamaktadır. Bu monomerin hidrofilit ve ıslatabilirlik özellikleri, MDP monomerine kıyasla daha fazladır. Ayrıca, GPDM içerikli adeziv sistemin asiditesinin (pH=1.9) orta seviyede olması nedeniyle, hafif asidite (pH=2.3) etkisine sahip Clearfil Universal Bond Quick'e göre daha agresif asitlemeye neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, bu monomerin sahip olduğu iki metakrilat grubu sayesinde daha iyi polimerize olduğu ve bu nedenle güçlü bir polimer ağı oluşturabildiği bildirilmektedir. Sonuç olarak, GPDM monomeri daha derin dentine penetre olabilmekte ve güçlü bir mikromekanik kilitleme sağlamaktadır [68, 69]. Ayrıca bu tez çalışmasında, her iki yüzey pürüzlendirmesi sonrası, Optibond Universal ile IDS yapılan örnekler ve Single Bond Universal ile IDS yapılan örnekler,

istatistiksel olarak benzer ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri göstermiştir. Single Bond Universal, fonksiyonel monomer olarak 10-MDP, HEMA ve buna ek olarak Vitrebond (polialkenoik asit) kopolimeri içermektedir. HEMA, Vitrebond kopolimeri, polikarboksilik monomerler ve hidroksiapatit arasındaki kimyasal bağlanma mekanizmasında önemli rol oynar. Polialkenoik asit kopolimerindeki karboksil gruplarının %50'sinden fazlası hidroksiapatite bağlanabilmektedir. Karboksil grupları substrat üzerindeki fosfat iyonlarıyla yer değiştirerek kalsiyum ile iyonik bağ kurmaktadır [292]. Bu nedenle, bu bulgunun, Single Bond Universal sistem içerisinde yer alan Vitrebond kopolimerinin sağladığı kimyasal bağlanmadan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu tez çalışmasında, her iki yüzey pürüzlendirmesi sonrası, Clearfil Universal Bond Quick ile IDS yapılan örneklerin ve Single Bond Universal ile IDS yapılan örneklerin ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Clearfil Universal Bond Quick adeziv sistemin içeriğinde yer alan multifonksiyonel amid monomeri, HEMA monomerinden daha yüksek hidrofilik özelliklere sahiptir ve kısa sürede yüksek ıslatabilirlik özelliği göstermektedir [293]. Bu adeziv sistem, “bekleme yok” iddiası ile piyasaya sürülmüştür ve tavsiye edilen bir uygulama süresi bulunmamaktadır. Sadece, yüzeye uygularken ajite edilerek uygulanması önerilmektedir [294]. Önceki çalışmalarda, 10-MDP monomerinin hidroksiapatit kristalleriyle kimyasal olarak bağlanabildiği ve bağlantı ara yüzeyinde mekanik dayanıklılığın artmasını sağlayan bir nano tabaka oluşturduğu bildirilmiştir [295]. Nano tabaka boyunca suda çözünmeyen 10-MDP-Ca tuzlarının birikmesi kollojen fibrilleri korumakta ve yüksek bağlanma dayanıklılığının oluşmasını sağlamaktadır [295, 296]. Ancak, hidrofilik amid monomeri, daha stabil bir yapı oluşturmakta ve hidrolize karşı direnç gösterebilmektedir [297]. Bu tez çalışmasının bulgularının aksine, Deniz ve arkadaşlarının, Clearfil Universal Bond Quick ile IDS uygulanan örneklerin, Single Bond Universal ve Optibond Universal ile IDS uygulanan örneklerle kıyasla, self-adeziv yapıştırma simanının dentine olan makaslama bağlanma dayanımının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir [289]. Bulgulardaki bu farklılığın, Deniz ve arkadaşlarının çalışmasında bağlanma dayanımının herhangi bir yaşlandırma yapılmadan incelenmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Bir materyalin yapısal özelliklerine ya da üretilirken kullanılan yöntemlere bağlı olarak yüzey dokusunda meydana gelen düzensizlikler, yüzey pürüzlülüğü olarak

tanımlanmaktadır [298]. Diş hekimliğinde, materyallerin yüzey pürüzlülük ölçümlerinde optik profilometre, taramalı elektron mikroskobu, atomik kuvvet mikroskobu, kontakt profilometre gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır [299]. In vitro çalışmalarda kontakt profilometre cihazı, ulaşılabilirliğinin kolay olması nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır [300]. Bu çalışmada, kontakt profilometre cihazı kullanılarak, yüzey pürüzlendirme işlemleri sonrası, monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların simantasyon yüzeylerinin pürüzlülük ölçümleri analiz edilmiştir. SEM, mine ve dentin gibi diş dokularının ve farklı restoratif materyallerin yüzey morfolojilerini incelemek ve elemental analizlerini gerçekleştirmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler ile yüzeyin detaylı analizini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, diş dokuları ve restoratif materyaller gibi farklı yapılar arasındaki bağlanma ara yüzeylerini incelemede de kullanılmaktadır. Bu bağlantı ara yüzeyinde yer alan adeziv tabakayı, hibrit tabakayı, tag oluşumlarını, restoratif dental materyalleri ve bu yapıların diş dokularıyla olan ilişkisini mikro seviyede incelemeye olanak tanımaktadır. Böylece, restoratif materyallerin diş dokularına bağlanma dayanımını inceleyen çalışmalarda elde edilen sonuçların yorumlanmasına katkı sağlamaktadır [301-306]. EDS modülü ile, taramalı elektron mikroskobu ile alınan görüntüler üzerinde elemental analizler yapılabilmekte ve yüzeyin kimyasal kompozisyonu hakkında bilgi sağlanmaktadır [307]. Bu tez çalışmasında, pürüzlendirme işlemleri sonrası monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların yüzey morfolojileri incelenmiş ve enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi ile yüzeyin yarı-kantitatif elemental analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında, kontakt profilometre sonuçlarına göre, yüzey pürüzlendirme yöntemleri kıyaslandığında, gruplar arasında ortalama yüzey pürüzlülük değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da, CoJet uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri, kuşlama yapılan örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. SEM analizlerinde, CoJet uygulanan örneklerin daha pürüzlü ve düzensiz bir görüntüye sahip olması, elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ile uyum göstermektedir. EDS analizlerine göre; kuşlama yapılan örneklerde, ağırlıkça Al miktarı daha fazla iken; CoJet uygulanan örneklerde Si daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri açısından, yüzey pürüzlendirme yöntemleri kıyaslandığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Akyıl ve arkadaşlarının, farklı yüzey pürüzlendirme yöntemlerinin zirkonya esaslı seramik ve rezin siman arasındaki

bağlanma dayanımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, kumlama ve CoJet ile yüzey pürüzlendirmesi sonrası benzer bağlanma dayanımı değerleri tespit etmişlerdir [308]. Atsu ve arkadaşları, farklı yüzey pürüzlendirme yöntemlerinin zirkonya esaslı seramik ve adeziv rezin siman arasındaki bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, kumlamanın ( $125 \mu\text{m Al}_2\text{O}_3$ ) CoJet ile pürüzlendirilen gruba kıyasla daha düşük bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir [309]. Altan ve arkadaşları, farklı yüzey pürüzlendirme yöntemleri uygulanan monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM materyalleri ile self-adeziv rezin siman arasındaki bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında, CoJet ile pürüzlendirilen grupta, kumlama yapılan gruba kıyasla anlamlı derecede yüksek bağlanma değerleri elde ettiklerini bildirmişlerdir [310]. Ancak, Altan ve arkadaşlarının çalışmasında, bu tez çalışmasından farklı olarak  $50 \mu\text{m Al}_2\text{O}_3$  partikülleri, 2 bar basınçta ve 15 sn boyunca uygulanmıştır. Bulgulardaki bu farklılığın,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  partiküllerinin uygulama basıncı ve süresindeki farklılıktan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca, bu tez çalışmasında, SEM kullanılarak zirkonya-dentin bağlanma ara yüzeylerinin morfolojik analizleri de değerlendirilmiştir. Elde edilen görüntülerde, her iki yüzey pürüzlendirme yönteminde, Optibond Universal adeziv sistem ile IDS işlemi sonrası kalın ve devamlı bir hibrit tabakayla beraber bazı bölgelerde uzun rezin taglar mevcutken; Clearfil Universal Bond Quick ile IDS işlemi sonrası ince ve devamlı bir hibrit tabaka gözlenmiştir. Bu bulgu, Optibond Universal adeziv sistem ile elde edilen daha yüksek olan ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerlerini desteklemektedir. Ayrıca, CoJet ile yüzey pürüzlendirilmesi yapılan ancak IDS işlemi uygulanmayan grupta, bazı bölgelerde hibrit tabakanın devamlılığı bozulmuştur ve bazı bölgelerde ayrılmalar mevcuttur. Bu bulgu, IDS işlemi uygulanmayan grupta elde edilen düşük olan ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerlerini desteklemektedir.

İndirekt bir restorasyonun adezyonunda, diş dokuları-rezin siman ara yüzü ve indirekt restoratif materyal-rezin siman ara yüzü olmak üzere iki farklı ara yüzeyin dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasında, başarısızlık tipleri zirkonya ve yapıştırma simanı arasında adeziv, dentin ve yapıştırma simanı arasında adeziv; yapıştırma simanında koheziv, dentinde koheziv, zirkonyada koheziv ve her iki başarısızlığın her iki yüzeyde (dentin ve zirkonya) görüldüğü karma başarısızlık (adeziv ve koheziv başarısızlık) şeklinde sınıflandırılmıştır. Adeziv başarısızlık, farklı

materyaller arasında oluşan başarısızlıktır. Rezin materyal ile diş dokuları arasında ya da rezin materyal ile indirekt restoratif materyal arasında ayrılmalar meydana gelmektedir. Bu başarısızlık tipinde, minimal rezin penetrasyonuna bağlı olarak zayıf adezyon oluşmaktadır. Koheziv başarısızlık, gcl adezyona bağlı olarak farklı yapıların (diş dokuları, rezin siman veya indirekt restoratif materyal) kendi bünyesinde meydana gelen başarısızlık tipidir [311, 312]. Hem koheziv, hem de adeziv başarısızlık tiplerinin eş zamanlı meydana geldiği başarısızlık tipi ise karma başarısızlık olarak adlandırılmaktadır [313, 314]. Bu tez çalışmasında, tüm test edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanım testi sonucu oluşan başarısızlık tiplerinin stereomikroskop analizlerine göre, grupların çoğunda, CoJet ile yüzey pürüzlendirilmesi yapılan ancak IDS işlemi uygulanmayan grup hariç, en sıklıkla karşılaşılan başarısızlık tipi karma başarısızlık olmuştur. Karma başarısızlığa ise en yüksek oranda her iki yüzey pürüzlendirme yönteminde, Optibond Universal adeziv sistem ile yapılan IDS uygulamasında rastlanmıştır. Aynı zamanda bu gruplarda, karma başarısızlığa ek olarak yapıştırma simanında koheziv başarısızlık gözlenmiştir. Bu bulgu, Optibond Universal adeziv sistem ile elde edilen yüksek ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerlerini desteklemektedir. Al-Salehi ve arkadaşları, bağlanma dayanımının artmasıyla, koheziv ve karma başarısızlığın daha fazla gözlendiğini belirtmişlerdir [315]. Ayrıca, bu tez çalışmasında, CoJet ile yüzey pürüzlendirilmesi yapılan ancak IDS işlemi uygulanmayan grupta en sıklıkla rastlanan başarısızlık, zirkonya ve yapıştırma simanı arasında adeziv olmuştur. Bu bulgu, bu grupta elde edilen düşük ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerlerini desteklemektedir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın bazı sınırlamaları mevcuttur. Bu tez çalışmasında, IDS işlemi, sadece universal adeziv sistemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ancak, universal adeziv sistemler gibi basitleştirilmiş adeziv sistemler daha düşük mekanik performans sergileyebilmektedir [316-319]. Geçici restoratif materyallerinin, kavite içerisinden uzaklaştırılması sırasında, IDS işlemi sonrası oluşan ince adeziv tabakanın zarar görmesi ve daimi simantasyondan önce kavitenin temizlenmesi sırasında dentinin yeniden açığa çıkması gibi riskler mevcuttur [320-322]. Bu nedenle, IDS işleminde basitleştirilmiş adeziv sistemlerle bağlanma dayanımını artırmak için, IDS tabakasının akışkan bir rezin kompozit ile örtülmesi önerilmektedir. Bu rezin kapama tekniği, “güçlendirilmiş IDS” yaklaşımı olarak adlandırılmakta ve hibrit tabakayı koruyup güçlendirilmektedir [323-325]. Bu nedenle, ileriki çalışmalar, güçlendirilmiş IDS işleminin monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan bağlanma dayanımına olan katkısı üzerine odaklanmalıdır. Ayrıca, bu tez çalışmasında, indirekt restorasyonların mikrogerilim bağlanma dayanımı test edilirken herhangi bir kavite preperasyonu gerçekleştirilmemiştir. İleriki çalışmalarda, çeşitli kavite preperasyonları sonrasında, restorasyon bulunan kavite duvarlarının mikrogerilim bağlanma dayanımının değerlendirilebilmesi daha doğru olacaktır.

Bu in-vitro çalışmanın sınırlamaları dahilinde, şu sonuçlar elde edilmiştir:

1. IDS varlığına göre kıyaslandığında, CoJet ile yüzey pürüzlendirme uygulaması sonrası, monolitik zirkonya esaslı CAD/CAM blokların dentine olan bağlanma dayanımı, Optibond Universal ile IDS işlemi uygulanan grup için, IDS uygulanmayan gruba göre belirgin olarak daha yüksek bulunmuştur.
2. IDS uygulanan gruplar kıyaslandığında, her iki yüzey pürüzlendirmesi sonrası, Optibond Universal ile IDS işlemi, Clearfil Universal Bond Quick ile IDS işlemine kıyasla, belirgin olarak daha yüksek bağlanma dayanımına neden olmuştur.
3. Yüzey pürüzlendirme yöntemleri kıyaslandığında, ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri açısından, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Kontakt profilometre sonuçlarına göre, gruplar arasında ortalama yüzey pürüzlülük değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yüzey pürüzlendirme yöntemleri

sonrası SEM analizlerine göre, CoJet uygulanan grupta, daha pürüzlü ve düzensiz bir görüntü mevcutken; kumlama uygulanan grupta, daha az miktarda pürüzlü alanlar gözlenmiştir. EDS analizlerine göre; kumlama yapılan örneklerde, Al miktarı daha fazla iken; CoJet uygulanan örneklerde Si daha yüksek bulunmuştur.

4. Zirkonya-dentin ara yüzeyinin SEM analizlerinde, her iki yüzey pürüzlendirme yönteminde, Optibond Universal adeziv sistem ile IDS işlemi sonrası kalın ve devamlı bir hibrit tabakayla beraber bazı bölgelerde uzun rezin taglar mevcutken; Clearfil Universal Bond Quick ile IDS işlemi sonrası ince ve devamlı bir hibrit tabaka gözlenmiştir. CoJet ile yüzey pürüzlendirilmesi yapılan ancak IDS işlemi uygulanmayan grupta, bazı bölgelerde hibrit tabakanın devamlılığı bozulmuştur ve bazı bölgelerde ayrılmalar mevcuttur.
5. Stereomikroskop analizlerine göre, test edilen grupların çoğunda, CoJet ile yüzey pürüzlendirilmesi yapılan ancak IDS işlemi uygulanmayan grup hariç, sıklıkla karşılaşılan başarısızlık tipi karma başarısızlık olmuştur. Karma başarısızlığa ise en yüksek oranda her iki yüzey pürüzlendirme yönteminde, Optibond Universal adeziv sistem ile yapılan IDS uygulamasında rastlanmıştır. CoJet ile yüzey pürüzlendirilmesi yapılan ancak IDS işlemi uygulanmayan grupta en sıklıkla rastlanan başarısızlık, zirkonya ve yapıştırma simanı arasında adeziv olmuştur.

## 6. KAYNAKLAR

1. Beuer, F., Schweiger, J. and Edelhoff, D. *Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations*. Br Dent J.2008., **204(9): p. 505-11.**
2. Della Bona, A., Kelly, J.R., *The clinical success of all-ceramic restorations*. J Am Dent Assoc., 2008. **139:8Se13S.**
3. Conrad, H.J., Seong, W.J., Pesun, I. J. , *Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review*. J Prosthet Dent., 2007. **98: 389e404.**
4. Takeichi, T., Katsoulis, J., Blatz, M.B., *Clinical outcome of single porcelain-fused-to-zirconium dioxide crowns: a systematic review*. J Prosthet Dent., 2013. **110:455-61.**
5. Pelaez, J., Cogolludo, P., Serrano, B., Serrano, J.F., Suarez, M.J., *A four-year prospective clinical evaluation of zirconia and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses*. Int J Prosthodont., 2012. **25:451-8.**
6. Sorrentino, R., de Simone, G., Tetè, S., Russo, S., Zarone, F., *Five-year prospective clinical study of posterior three-unit zirconia-based fixed dental prostheses*. Clin Oral Investig., 2012. **16:977-85.**
7. Nicolaisen, M.H., Bahrami, G., Schropp, L., Isidor, F. , *Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses: A 3-Year Randomized Clinical Trial*. Int J Prosthodont, 2016. **29:259-64.**
8. Hamza, T.A, Sherif, R.M., *In vitro evaluation of marginal discrepancy of monolithic zirconia restorations fabricated with different CAD-CAM systems*. J Prosthet Dent., 2017. **117:762-6.**
9. Sieper, K., Wille, S., Kern M., *Fracture strength of lithium disilicate crowns compared to polymer-infiltrated ceramic-network and zirconia reinforced lithium silicate crowns*. J Mech Behav Biomed Mater., 2017. **74:342e348.**
10. Sen, N., Isler S., *Microstructural, physical, and optical characterization of high-translucency zirconia ceramics*. J Prosthet Dent., 2020;. **123:761-8. .**
11. Peumans, M., Hikita, K., de Munck, J., van Landuyt, K., Poitevin, A., Lambrechts, P., & van Meerbeek, B., *Effects of ceramic surface treatments on the bond strength of an adhesive luting agent to CAD-CAM ceramic*. Journal of Dentistry, 2007. **35(4), 282–288.**
12. Borges, G.A., Sophr, A.M., de Goes, M.F., Sobrinho, L.C, Chan, D.C., *Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics*. J Prosthet Dent.,2003;. **89:479–88.**
13. de Mello, C.C., Bitencourt, S.B., dos Santos, D.M., Pesqueira, A.A., Pellizzer, E.P., Goiato, M.C., *The effect of surface treatment on shear bond strength between Y-TZP and veneer ceramic: a systematic review and meta-analysis*. J Prosthodont., 2018. **27(7):624-35.**
14. Chen, J., Matsumura, H., Atsuta, M., *Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin*. Oper Dent 1998. **23(5):250-7.**
15. Blatz, M.B, Sadan, A., Kern, M. , *Resin-ceramic bonding: a review of the literature*. J Prosthet Dent., 2003. **89(3):268-74.**
16. Tzanakakis, E-G.C., Tzoutzas, I.G., Koidis, P.T. , *Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review*. J Prosthet

- Dent., 2016.**115:9-19**
17. de Castro, H.L., Corazza, P.H. , de A Paes-Júnior, T., Della Bona, A., *Influence of Y-TZP ceramic treatment and different resin cements on bond strength the dentin.* Dent Mater, 2012. **28:1191-7.**
  18. Matinlinna, J.P., Heikkinen, T., Ozcan, M., Lassila, L.V., Vallittu, P.K., *Evaluation of resin adhesion to zirconia ceramic using some organosilanes.* Dent Mater., 2006. **22:824-31.**
  19. Bayne, S.C., Heymann, H.O., and Swift Jr, E.J. , *Update on dental composite restorations.* J Am Dent Assoc., 1994. **125(6):** p. 687-701.
  20. Dietschi, D. and Spreafico, R., *Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations.* Pract Periodontics Aesthet Dent., 1998. **10(1):** p. 47-54; quiz 56.
  21. Nakabayashi, N., Nakamura, M., & Yasuda, N., *Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism.* Journal of Esthetic Dentistry, 1991. **3(4), 133- 138.**
  22. Magne, P., & Belser, U., *Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach.* Quintessence publishing company., 2002. **Vol. 28.**
  23. Sailer, I., Oendra, A., Stawarczyk, B., Ha'immerle, C.H., *The effect of desensitizing resin, resin sealing, and provisional cement on the bond strength of dentin luted with self adhesive and conventional resin cements.* J Prosthet Dent., 2012. **107:252–60.**
  24. Magne, P., Kim, T., Cascione, D., Donovan, T.E., *Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations.* J Prosthet Dent.,2005. **94:511-9.**
  25. Qanungo, A., Aras, M., Chitre, V., Mysore, A., Amin, B., Daswani, S.R., *Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations.* J Prosthodont Res., 2016. **60:240-9.**
  26. de Goes, M.F., Shinohara, M., Freitas, M.S., *Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology.* J Adhes Dent., 2014. **16(3):243-50.** .
  27. Pires, C.W., Lenzi, T., Soares, F.Z.M., Rocha, R.O., *Bonding of universal adhesive system to enamel surrounding real-life carious cavities.* Braz. Oral Res.,2019. **33:e038.**
  28. Munoz, M.A., Sezinando, A., Luque-Martinez, I., Szesz, A.L, Reis, A., Loguercio, A.D., et al., *Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives.* J Dent.,2014. **42(5):595-602.** .
  29. Wagner, A., Wendler, M., Petschelt, A., Belli, R., Lohbauer, U., *Bonding performance of universal adhesives in different etching modes.* J Dent., 2014. **42(7):800-7.**
  30. Tunaç, A.T., Can, E., *Universal Adeziv Sistemler.* Turkiye Klinikleri J Dental Sci., 2020. **26(3):496-503.**
  31. von Fraunhofer, J.A., *Adhesion and cohesion.* Inter j dent., 2012. **1-8.**
  32. Erickson, R.L., *Surface interactions of dentin adhesive materials.* Operative Dentistry, 1992. **5 Suppl,** : p. 81-94.
  33. Marshall, G.W.J., Marshall, S.J., Kinney, J.H. ve Balooch, M. , *The dentin subsrate: Structure and properties related to bonding.* Journal of Dentistry, 1997. **25:** p. 441-458.
  34. Fusayama, T., *New Concepts in Operative Dentistry.* Quintessence Publishing Co., Inc.; Tokyo, 1980: p. p. 61-156.
  35. Burke, E.J., Qualtrough, A.J., *Aesthetic inlays: composite or ceramic?* Br dent

- j.,1994. **176(2):53-60.**
36. Krithikadatta, J., *Clinical effectiveness of contemporary dentin bonding agents.* J. Conser. dent., 2010. **13(4):173-3.**
  37. Cardoso, M., Neves, A., Mine, A., Coutinho, E., Van Landuyt, K., de Munck, J., et al., *Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry.* Aust Dent J., 2011. **56:31-44.**
  38. Hannig, M., Reinhardt, K., Bott, B., *Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding.* Operative Dentistry., 1999. **24:172-80.**
  39. Sungurtekin, E., Bani, M., Öztaş, N., *Mine Pürüzlendirme Yöntemleri.* GÜ Diş Hek Fak Derg., 2009. **26(3):189-94.**
  40. Bedran-Russo, A., et al., *An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth-Adhesive Interface.* Dent Clin North Am., 2017. **61(4):** p. 713-731.
  41. Cardoso, M.V., et al., *Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry.* Aust Dent J., 2011. **56 Suppl 1:** p. 31-44.
  42. Oliveira, S.S., et al., *The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system.* Dent Mater., 2003. **19(8):** p. 758-67.
  43. von Fraunhofer, J.A., *Adhesion and cohesion.* Int J Dent, 2012. p. 951324.
  44. Nakabayashi, N., Pashley, D., *Properties of dentin in: Hybridization of dental hard tissues.* Tokyo: Quintessence publish, 1998: p. 21-35.
  45. Tezvergil-Mutluay, A., et al., *Effect of phosphoric acid on the degradation of human dentin matrix.* J Dent Res., 2013. **92(1):** p. 87-91.
  46. Reis, A., et al., *Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths.* Oper Dent., 2007. **32(4):** p. 380-7.
  47. Bhagwat, S., Heredia, A., Mandke, L., *The smear layer revisited.* Indian j med res pharm sci., 2016. **3(1):54-65.**
  48. Van Meerbeek, B., Vargas, M., Inoue, S., Yoshida, Y., Peumans, M., Lambrechts, P., et al., *Adhesives and cements to promote preservation dentistry.* Oper Dent., 2001: p. 119-144.
  49. Rosa, W.L., Piva, E., Silva, A.F., *Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis.* J Dent., 2015. **43(7):765-76.**
  50. Perdigão, J., Araujo, E., Ramos, R.Q., Gomes, G., Pizzolotto, L., *Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations.* J Esthet Res Dent., 2021. **33(1):51-68.**
  51. Munoz, M.A., et al., *Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine.* J Dent., 2013. **41(5):** p. 404-11.
  52. Roberson, T., Heymann, H., Swift, E.J., *Sturdevant's art and science of operative dentistry. Chapter V. Fundamentals concepts of enamel and dentin adhesion.* Elsevier Health sciences. 5th ed. St.louis: Mosby elsevier, 2006.
  53. Hamouda, I.M., Samra, N.R, and Badawi, M.F, *Microtensile bond strength of etch and rinse versus self-etch adhesive systems.* J Mech Behav Biomed Mater., 2011. **4(3):** p. 461-6.
  54. Tay, F.R., King, N., Chan, K.M., Yiu, C.K.Y., Pashley, D.H., *How can nanoleakage occur in self-etching adhesives that demineralize and infiltrate simultaneously?* J Dent Res., 2002. **4(4):255-269.**
  55. Giannini, M., Makishi, P., Ayres, A.P.A., Vermelho, P.M., Fronza, B.M., Nikaido, T., et al., *Self-etch adhesive systems: a literature review.* Braz Dent J., 2015. **26(1):3-10.**

56. De Munck, J., et al., *Micro-rotary fatigue of tooth-biomaterial interfaces*. Biomaterials, 2005. **26**(10): p. 1145-53.
57. Unemori, M., Matsuya, Y., Akashi, A., Goto, Y., Akamine, A., *Self-etching adhesives and post-operative sensitivity*. Am J Dent., 2004. **17**(3):**191-5**.
58. Yoshida, Y., Yoshihara, K., Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, et al. , *Self-assembled nano-layering at the adhesive interface*. J Dent Res., 2012. **91**(4):**376-81**.
59. Suh, B.I., *Principles of Adhesive Dentistry: a Theoretical and Clinical Guide for Dentists*. . 1st ed. Newtown, PA: AEGIS Communications; , 2013: p. 208.
60. De Munck J, Van Meerbeek B., Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, et al., *Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin*. J Dent Res., 2003. **82**(2):**136- 40**.
61. Hashimoto, M., Ito, S., Tay, F.R., Svizero, N.R., Sano, H., Kaga, M., et al., *Fluid movement across the resin-dentin interface during and after bonding*. J Dent Res., 2004. **83**(11):**843-8**. .
62. Yoshida, Y., Yoshihara, K., Hayakawa, S., Nagaoka, N., Okihara T, Matsumoto, T.,et al., *HEMA inhibits interfacial nano-layering of the functional monomer MDP*. J Dent Res., 2012. **91**(11):**1060- 5**.
63. Torkabadi, S., Nakajima, M., Ikeda, M., Foxton, R.M., Tagami, J. , *Bonding durability of HEMA-free and HEMA-containing one-step adhesives to dentin surrounded by bonded enamel*. J Dent., 2008. **36**(1):**80- 6**.
64. Sezinando, A., Perdigão, J., Ceballos, L., *Long-term in vitro adhesion of polyalkenoate-based adhesives to dentin*. J ., Adhes Dent., 2017. **19**(4):**305- 16**.
65. Imazato, S., Kinomoto, Y., Tarumi, H., Ebisu, S., Tay, F.R., *Antibacterial activity and bonding characteristics of an adhesive resin containing antibacterial monomer MDPB*. Dent Mater., 2003. **19**(4):**313-9**. .
66. Pinto, C.F., Leme, A.F.P., Ambrosano, G.M.B., Giannini, M., *Effect of a fluoride- and bromide- containing adhesive system on enamel around composite restorations under high cariogenic challenge in situ*. J Adhes Dent. , 2009. **11**(4):**293-7**. .
67. Brambilla, E., Ionescu, A., Fadini, L., Mazzoni, A., Imazato, S., Pashley, D., et al. , *Influence of MDPB-containing primer on Streptococcus mutans biofilm formation in simulated Class I restorations*. J Adhes Dent., 2013. **15**(5):**431-8**.
68. Wang, R., Shi, Y., Li, T., Pan, Y., Cui, Y., Xia, W., *Adhesive interfacial characteristics and the related bonding performance of four self-etching adhesives with different functional monomers applied to dentin*. J Dent., 2017. **62**:**72-80**.
69. Yoshihara, K., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Okihara, T., Yoshida, Y., Van Meerbeek, B., *Chemical interaction of glycerophosphate dimethacrylate (GPDM) with hydroxyapatite and dentin*. Dent Mater., 2018. **34**:**1072-1081**.
70. Hanabusa, M., Mine, A., Kuboki, T.,et al., *Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine*. J Dent., 2012. **40**:**475-84**.
71. Chen, C., Niu, L-N., Xie, H., et al., *Bonding of universal adhesives to dentine— Old wine in new bottles?* J Dent., 2015. **43**:**525-36**.
72. Barone, A., Derchi, G., Rossi, A., Marconcini, S., Covani, U., *Longitudinal clinical evaluation of bonded composite inlays: a 3-Year Study*. Quintessence Int (Berl)., 2008.**39**(1):**65–71**.

73. Duquia, R.C.S., Osinaga, P.W.R., Demarco, F.F., Habekost, L.V., Conceicao, E.N., *Cervical microleakage in MOD restorations: in vitro comparison of indirect and direct composite*. Oper Dent., 2006. **31(6):682–687**.
74. Duarte, S, Jr., de Freitas, C.R.B., Saad, J.R., Sadan, A., *The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives*. J Prosthet Dent., 2009. **102(1):1–9**.
75. Dietschi, D., & Spreafico, R., *Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations*. Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry, 1998. **10, 47-54**.
76. Pashley, E.L., Comer, R. W., Simpson, M. D., Horner, J. A., Pashley, D. H., & Caughman, W.F., *Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations*. Operative Dentistry, 1992. **17(1), 13-20**.
77. Magne, P., *IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for tooth preparations*. The Journal of Adhesive Dentistry, 2014. **16(6), 594**.
78. Bertschinger, C., Paul, S.J., Lüthy, H., & Schärer, P. , *Dual application of dentin bonding agents: effect on bond strength*. American Journal of Dentistry, 1996. **9(3), 115-119**.
79. Magne, P., *Immediate dentin sealing: A fundamental procedure for indirect bonded restorations* Journal of Esthetic and Restorative Dentistry Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2005. **(17(3)): p. 144-154**.
80. Helvey, G.A., *Adhesive dentistry: the development of immediate dentin sealing/selective etching bonding technique*. Compend Contin Educ Dent., 2011. **32(9):22,24–32, 34–5; quiz 36, 38**.
81. Qanungo, A., Aras, M.A., Chitre, V., Mysore, A., Amin, B., & Daswani, S.R., *Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations*. Journal of Prosthodontic Research, 2016. **60(4), 240-249**.
82. Magne, P., Kim, T. H., Cascione, D., & Donovan, T. E., *Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations*. The Journal of Prosthetic Dentistry, 2005. **94, 511–519**.
83. Magne, P., et al., *Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations*. J Prosthet Dent., 2005. **94(6): p. 511-9**.
84. Magne, P., *IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for tooth preparations*. J Adhes Dent., 2014. **16(6): p. 594**.
85. Kesimli, E.G., Atalı, P.Y., Korkut, B., Tarçın, B., Türkmen C., *İndirekt Restorasyonlarda “Immediate Dentin Sealing” Sağlık Bilimleri Alanında Akademik Çalışmalar - II Cilt 3*, 2020.
86. Douglas, A. Terry, J.P., Stefan, P., *Immediate dentine sealing technique*. International Dentistry Sa. **13(2)**.
87. Qanungo, A., et al., *Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations*. J Prosthodont Res., 2016. **60(4): p. 240-249**.
88. Ferreira-Filho, Ely, C., et al., *Effect of Different Adhesive Systems Used for Immediate Dentin Sealing on Bond Strength of a Self-Adhesive Resin Cement to Dentin*. Oper Dent., 2018. **43(4): p. 391-397**.
89. Samartzi, T.K., et al., *Immediate Dentin Sealing: A Literature Review*. Clin Cosmet Investig Dent., 2021. **13: p. 233-256**.
90. Dillenburg, A.L., et al., *Microtensile bond strength of prehybridized dentin: storage time and surface treatment effects*. J Adhes Dent., 2009. **11(3): p. 231-7**.

91. Falkensammer, F., et al., *Influence of different conditioning methods on immediate and delayed dentin sealing*. J Prosthet Dent., 2014. **112**(2): p. 204-10.
92. Van den Breemer, CR., et al., *Effect of Immediate Dentin Sealing and Surface Conditioning on the Microtensile Bond Strength of Resin-based Composite to Dentin*. Oper Dent., 2019. **44**(6): p. E289-E298.
93. Van den Breemer, CR, Ozcan, M., Pols, M.R., Postema, A.R., Cune, M.S., Gresnigt, M.M., *Adhesion of resin cement to dentin: effects of adhesive promoters, immediate dentin sealing strategies, and surface conditioning*. Int J Esthet Dent., 2019. **14**(1):**52–63**.
94. Anžlovar, A., Kiteska, B., Cevc, P., Kopač, I., *The role of an interfacial interpenetrating polymer network formation on the adhesion of resin composite layers in immediate dentin sealing*. Int J Adhes Adhes., 2019. **90**:**9–14**.
95. Özcan, M., *Effect of mechanical and air-particle cleansing protocols of provisional cement on immediate dentin sealing layer and subsequent adhesion of resin composite cement*. J Adhes Sci Technol., 2015. **29**(24):**2731–2743**.
96. Stavridakis, M.M., Krejci, I., and Magne, P., *Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured dentin bonding agent and effect of surface cleaning*. Oper Dent., 2005. **30**(6): p. 747-57.
97. Spohr, A.M., Borges, G.A., and Platt, J.A., *Thickness of immediate dentin sealing materials and its effect on the fracture load of a reinforced all-ceramic crown*. Eur J Dent., 2013. **7**(4): p. 474-483.
98. Hashimoto, M., et al., *Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding*. Oper Dent., 2004. **29**(4): p. 416-23.
99. Ito, S., et al., *Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding*. J Adhes Dent., 2005. **7**(2): p. 133-41.
100. Murata, T., Maseki, T., and Nara, Y., *Effect of immediate dentin sealing applications on bonding of CAD/CAM ceramic onlay restoration*. Dent Mater J., 2018. **37**(6): p. 928-939.
101. Choi, K.K., Condon, J.R., and Ferracane, J.L., *The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite*. J Dent Res., 2000. **79**(3): p. 812-7.
102. Magne, P., *Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations*. J Esthet Restor Dent., 2005. **17**(3): p. 144-54; discussion 155.
103. Johnson, G.H., et al., *The effect of a resin-based sealer on crown retention for three types of cement*. J Prosthet Dent., 2004. **91**(5): p. 428-35.
104. Patel, P., et al., *Comparing the effect of a resin based sealer on crown retention for three types of cements: an in vitro study*. J Indian Prosthodont Soc., 2013. **13**(3): p. 308-14.
105. Santana, V.B., et al., *Effects of Immediate Dentin Sealing and Pulpal Pressure on Resin Cement Bond Strength and Nanoleakage*. Oper Dent., 2016. **41**(2): p. 189-99.
106. Van den Breemer, C.R.G., Buijs, G.J., Cune, M.S, et al., *Prospective clinical evaluation of 765 partial glass-ceramic posterior restorations luted using photo-polymerized resin composite in conjunction with immediate dentin sealing*. Clin Oral Investig., 2021. **25** (3):**1463–1473**.

107. Yazigi, C., Kern, M., Chaar, M.S., *Influence of various bonding techniques on the fracture strength of thin CAD/CAM-fabricated occlusal glass-ceramic veneers*. J Mech Behav Biomed Mater., 2017. **75**:504–511.
108. Ishii, N, Maseki, T., Nara, Y., *Bonding state of metal-free CAD/ CAM onlay restoration after cyclic loading with and without immediate dentin sealing*. Dent Mater J., 2017. **36(3)**:357–367.
109. Van den Breemer, C.R.G., et al., *Effect of immediate dentine sealing on the fracture strength of lithium disilicate and multiphase resin composite inlay restorations*. J Mech Behav Biomed Mater., 2017. **72**: p. 102-109.
110. Rigos, A.E., et al., *Effect of Immediate Dentin Sealing on the Bond Strength of Monolithic Zirconia to Human Dentin*. Oper Dent., 2019. **44(4)**: p. E167-E179.
111. Reboul, T., Thai, H.A., Cetik, S., Atash, R., *Comparison between shear forces applied on the overlay-dental tissue interface using different bonding techniques: an in vitro study*. J Indian Prosthodont Soc., 2018. **18(3)**:212–218.
112. Van den Breemer, C.R.G., Gresnigt, M.M., and Cune, M.S., *Cementation of Glass-Ceramic Posterior Restorations: A Systematic Review*. Biomed Res Int., 2015. p. 148954.
113. El-Damanhoury, H.M., Gaintantzopoulou, M., *The effect of immediate dentin sealing and optical powder removal method on the fracture resistance of CAD/CAM-fabricated endocrowns*. Int J Comput Dent., 2016. **19(2)**:135–151.
114. Belleflamme, M.M., et al., *No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth: An up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases*. J Dent., 2017. **63**: p. 1-7.
115. Magne, P., So, W.S., and Cascione, D., *Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement*. J Prosthet Dent., 2007. **98(3)**: p. 166-74.
116. Leesungbok, R., Lee, S.M., Park, S.J., et al., *The effect of IDS (immediate dentin sealing) on dentin bond strength under various thermocycling periods*. J Adv Prosthodont., 2015. **7(3)**:224–232.
117. Suh, B.I., *Oxygen-inhibited layer in adhesion dentistry*. J Esthet Restor Dent., 2004. **16(5)**: p. 316-23.
118. Papacchini, F., Dall', O.S., Chieffi, N., et al., *Composite-to-composite microtensile bond strength in the repair of a microfilled hybrid resin: effect of surface treatment and oxygen inhibition*. J Adhes Dent., 2007. **9(1)**:25–31.
119. Duarte, S.Jr., et al., *The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives*. J Prosthet Dent., 2009. **102(1)**: p. 1-9.
120. Jayasooriya, P.R., Pereira, P.N.R., Nikaido, T., Tagami, J., *Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin*. J Esthet Restor Dent., 2003. **15(2)**:105–113.
121. Kitayama, S., et al., *Effect of resin coating and occlusal loading on microleakage of Class II computer-aided design/computer-aided manufacturing fabricated ceramic restorations: a confocal microscopic study*. Acta Odontol Scand., 2011. **69(3)**: p. 182-92.
122. Maruoka, R., et al., *Coronal leakage inhibition in endodontically treated teeth using resin-coating technique*. Dent Mater J., 2006. **25(1)**: p. 97-103.
123. Schenke, F., Hiller, K.A., Schmalz, G., Federlin, M., *Marginal integrity of partial ceramic crowns within dentin with different luting techniques and materials*. Oper Dent., 2008. **33(5)**:516–525.
124. de Andrade, O.S., de Goes, M.F., and Montes, M.A., *Marginal adaptation and microtensile bond strength of composite indirect restorations bonded to dentin*

- treated with adhesive and low-viscosity composite.* Dent Mater., 2007. **23**(3): p. 279-87.
125. Medina, A.D., et al., *Marginal adaptation of indirect restorations using different resin coating protocols.* Braz Dent J., 2012. **23**(6): p. 672-8.
  126. De Rose, L., Krejci, I., and Bortolotto, T., *Immediate endodontic access cavity sealing: fundamentals of a new restorative technique.* Odontology, 2015. **103**(3): p. 280-5.
  127. Van den Breemer, C.R.G., et al., *Prospective Randomized Clinical Trial on the Survival of Lithium Disilicate Posterior Partial Crowns Bonded Using Immediate or Delayed Dentin Sealing: Short-term Results on Tooth Sensitivity and Patient Satisfaction.* Oper Dent., 2019. **44**(5): p. E212-E222.
  128. Edelhoff, D., Sorensen, J.A., *Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth.* Int J Periodontics Restorative Dent., 2002. **22**(3):**241–249.**
  129. Camps, J., et al., *Factors influencing pulpal response to cavity restorations.* Dent Mater., 2000. **16**(6): p. 432-40.
  130. Davidowitz, G.K., Kotick, P.G., *The use of CAD/CAM in dentistry.* Dent Clin North Am., 2011. **55**(3), **559-570.**
  131. Sulaiman, T., *Materials in digital dentistry-a review.* J Esthet Restor Dent., 2020. **32**(2), **171- 181.**
  132. May, M., Fraga, S. & May, L.G., *Effect of milling, fitting adjustments, and hydrofluoric acid etching on the strength and roughness of CAD-CAM glass-ceramics: A systematic review and meta-analysis.* J Prosthet Dent., 2021. **S0022-3913(21)00134-7.**
  133. Skorulska, A., Piszko, P., Rybak, Z., Szymonowicz, M., Dobrzyński, M., *Review on Polymer, Ceramic and Composite Materials for CAD/CAM Indirect Restorations in Dentistry Application, Mechanical Characteristics and Comparison.* Materials (Basel), 2021. **14**(7), **1592.**
  134. Raigrodski, A.J., *Clinical and laboratory considerations for the use of CAD/CAM Y-TZP-based restorations.* Pract. Proced. Aesthet. Dent. , 2003. **15**, **469–476.**
  135. Takeichi, T., Katsoulis, J., and Blatz, M.B., *Clinical outcome of single porcelain-fused-to-zirconium dioxide crowns: a systematic review.* J Prosthet Dent., 2013. **110**(6): p. 455-61.
  136. Pelaez, J., et al., *A four-year prospective clinical evaluation of zirconia and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses.* Int J Prosthodont., 2012. **25**(5): p. 451-8.
  137. Sorrentino, R., et al., *Five-year prospective clinical study of posterior three-unit zirconia-based fixed dental prostheses.* Clin Oral Investig., 2012. **16**(3): p. 977-85.
  138. Nicolaisen, M.H., et al., *Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses: A 3-Year Randomized Clinical Trial.* Int J Prosthodont., 2016. **29**(3): p. 259-64.
  139. Spitznagel, F., Boldt, J. & Gierthmuehlen, P.C., *CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth.* J Dent Res., 2018. **97**(10), **1082-1091.**
  140. Vigolo, P. and Mutinelli, S., *Evaluation of zirconium-oxide-based ceramic single-unit posterior fixed dental prostheses (FDPs) generated with two CAD/CAM systems compared to porcelain-fused-to-metal single-unit posterior FDPs: a 5-year clinical prospective study.* J Prosthodont., 2012. **21**(4): p. 265-9.

141. Çelik, M., Bural, C., Bayrakdar, G., *Diş Hekimliğinde Zirkonya Uygulamaları*. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg., 2014. **8:106-16.**
142. Zembic, A., et al., *Five-year results of a randomized controlled clinical trial comparing zirconia and titanium abutments supporting single-implant crowns in canine and posterior regions*. Clin Oral Implants Res., 2013. **24(4):** p. 384-90.
143. Covacci, V., et al., *In vitro evaluation of the mutagenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic*. Biomaterials, 1999. **20(4):** p. 371-6.
144. Rimondini, L., et al., *Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2002. **17(6):** p. 793-8.
145. Batson, E.R., et al., *Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology*. J Prosthet Dent., 2014. **112(4):** p. 770-7.
146. Griffin, J.D. Jr. , *Tooth in a bag: same-day monolithic zirconia crown*. Dent. Today, 2013. **32:124-31.**
147. Ozcan, M., *Evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations*. J Oral Rehabil., 2003. **30(2):** p. 194-203.
148. Zirkonzahn., *Prettau Anterior*.**10.10.2014.**
149. Derand, T., Molin, M., and Kvam, K., *Bond strength of composite luting cement to zirconia ceramic surfaces*. Dent Mater, 2005. **21(12):** p. 1158-62.
150. Phillips, R.W., *Skinner's Science of Dental Materials*. Saunders Company, 9th Edition, Philadelphia, 1991.
151. Heffernan, M.J., et al., *Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials*. J Prosthet Dent., 2002. **88(1):** p. 4-9.
152. Heffernan, M.J., et al., *Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials*. J Prosthet Dent., 2002. **88(1):** p. 10-5.
153. Blatz, M.B., Sadan, A., and Kern, M., *Resin-ceramic bonding: a review of the literature*. J Prosthet Dent., 2003. **89(3):** p. 268-74.
154. Stamatacos, C., Simon, J.F., *Cementation of indirect restorations: an overview of resin cements*. Compend Contin Educ Dent., 2013. **Jan;34(1):42-4, 46.**
155. Simon, J.F., Darnell, L.A., *Considerations for proper selection of dental cements*. Compend Contin Educ Dent., 2012. **33(1):28-36.**
156. Burgess, J.O., Ghuman, T., Cakir, D., *Self-adhesive resin cements*. J Esthet Restor Dent., 2010. **22(6):412-19.**
157. Carville, R., Frank, Q., *The selection of adhesive systems for resin-based luting agents*. Journal of the Irish Dental Association, 2008. **Oct-Nov;54(5):218-22.**
158. Suh, B.I., Feng, L., Pashley, D.H., Tay, F.R., *Factors contributing to the incompatibility between simplified step adhesives and chemically cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers*. J Adhes Dent., 2003. **(5):267-82.**
159. Tay, F.R., Pashley, D.H., Suh, B.I., Carvalho, R.M., Itthagarun, A., *Single-step adhesives are permeable membranes*. J Dent., 2002. **(30):371-82.**
160. Carvalho, R.M., Pegoraro, T.A., Tay, F.R., Pegarora, L.F., Silva, N.R., Pashley, D.H., *Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise selfetching primers to dentin*. J Dent., 2004. **(32):55- 65.**
161. Ferracane, J.L., Stansbury, J.W., Burke, F.J., *Self- adhesive resin cements chemistry, properties and clinical considerations*. J Oral Rehabil., 2011. **38(4):295-314.**
162. Sensat, M.L., Brackett, W.W., Meinberg, T.A., Beatty, M.W., *Clinical*

- evaluation of two adhesive composite cements for the suppression of dentinal cold sensitivity.* J Prosthet Dent., 2002. **88:50-3.**
163. Çekic, I., Ergun, G., Lassila, L.V., Vallittu, P.K., *Ceramic-dentin bonding: effect of adhesive systems and light-curing units.*J Adhes Dent., 2007. **9(1):17-23.**
  164. Ferracane, J.L., Stansbury, J.W., Burke, F.J., *Self- adhesive resin cements-chemistry, properties and clinical considerations.* J Oral Rehabil., 2011. **38(4):295-314.**
  165. De Munck, J., Vargas, M., Van Landuyt, K., Hikita, K., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B., *Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin.* Dent Mater., 2004. **20(10):963-71.**
  166. De Munck, J., Vargas, M., Van Landuyt, K., Hikita, K., Lambrechts, P., Van Meerbeek B., *Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin.* Dent Mater., 2004. **20:963-71.**
  167. Phark, J-H., Duarte, S., Hernandez, A., Blatz, M.B., & Sadan, A., *In vitro shear bond strength of dual-curing resin cements to two different highstrength ceramic materials with different surface texture.* Acta Odontologica Scandinavia, 2009. **67(6)** p. 346-354.
  168. Blatz, M.B., Sadan A., Kern, M., *Resin-ceramic bonding: a review of the literature.* The Journal of prosthetic dentistry, 2003. **89: 268-74.**
  169. Moravej-Salehi, E., Moravej-Salehi, E., and Valian, A., *Surface topography and bond strengths of feldspathic porcelain prepared using various sandblasting pressures.* Journal of Investigative and Clinical Dentistry, 2016. **7(4):** p. 347-354.
  170. Yanıkoğlu, N., Özdemir, H., Yıldırım, M.P., Yrd. Yılmaz, C.B., *Kumlama İşleminde Kullanılan Kum Partiküllerinin Büyüklüğü ve Basınç Farklılığının Zirkonyum ve Rezin Siman Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi.* Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg., 2017. **2:** p. 107-112.
  171. Sato, H., Yamada, K., Pezzotti, G., Nawa, M., Ban, S., *Mechanical properties of dental zirconia ceramics changed with sandblasting and heat treatment.* Dent Mater J., 2008. **27:408-14.**
  172. Kern, M., Wegner, S.M., *Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability.* Dent Mater., 1998. **14:64-71.**
  173. Heikkinen, T., Matinlinna, J.P., Vallittu, P.K., et al., *Effect of primers and resins on the shear bond strength of resin composite to zirconia.* SRX Dentistry, 2010.
  174. Derand, P. and Derand, T., *Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics.* Int J Prosthodont., 2000. **13(2):** p. 131-5.
  175. Awliya, W., Odén, A., Yaman, P., Dennison, J.B., Razzoog, M.E., *Shear bond strength of a resin cement to densely sintered high-purity alumina with various surface conditions.* Acta Odontol Scand., 1998. **56:9-13.**
  176. Kosmac, T., et al., *The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic.* Dent Mater., 1999. **15(6):** p. 426-33.
  177. Della Bona, A. and van Noort, R., *Ceramic surface preparations for resin bonding.* Am J Dent., 1998. **11(6):** p. 276-80.
  178. Chuenjit, P., Shinkai, K., *The application of the Er, Cr: YSGG laser surface treatment to CAD/CAM resin ceramic blocks to improve their bonding to the resin luting agent.* Lasers in Dental Science., 2021. **1-9.**

179. Chan, C.M., Ko, T., Hiraoka, H., *Polymer surface modifications by plasmas and photons*. Surf Sci Rep., 1996. **24:1–54**.
180. Ferencz, D., *Synthesis and surface modification by macromolecular plasma chemistry*. TRIP, 1997. **5:23– 28**.
181. Gailani, H.F.A., Benavides, R.C., Bolaños-Carmona, M.V., Rosel-Gallardo, E., González-Villafranca, P. and González-López, S. *Effect of Two Immediate Dentin Sealing Approaches on Bond Strength of Lava™ CAD/CAM Indirect Restoration*. Materials, 2021. **14, 1629**.
182. Della-Bona, A., *Characterizing ceramics and the interfacial adhesion to resin: II- the relationship of surface treatment, bond strength, interfacial toughness and fractography*. J Appl Oral Sci., 2005. **13(2)**: p. 101-9.
183. Bottino, M.C., Özcan, M., Coelho, P.G., et al. , *Micro-morphological changes prior to adhesive bonding: high-alumina and glassy-matrix ceramics*. Brazilian Oral Research. , 2008;. **22: 158-63**.
184. Moreno, M.B.P., Murillo-Gómez, F., de Goes, M.F., *Physicochemical and morphological characterization of a glass ceramic treated with different ceramic primers and post-silanization protocols*. Dental Materials, 2019. **35: 1073-81**.
185. Çömlekoğlu, M.E., D.M., Uzel, G., et al. , *Farklı yüzey pürüzlendirme işlemlerinin yapıştırıcı simanların seramiğe olan bağ dayanımı üzerine etkisi*. . Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi., 2009. **33: 14-22**.
186. Tian, T., Tsoi, J.K., Matinlinna, J.P., et al. , *Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials*. Dental materials., 2014. **30: e147-e62**.
187. Özcan, M., *Adhesion of resin composites to biomaterials in dentistry*. University of Groningen, 2003. **14**.
188. Kern, M., Wegner, S.M., *Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability*.Dental Materials, 1998. **14: 64-71**.
189. Özcan, M., Alander, P., Vallittu, P., et al., *Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites*. . Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 2005; . **16: 21- 27**.
190. Tian, T., et al., *Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials*. Dental Materials, 2014. **30(7)**: p. E147-E62.
191. Awad, M.M., et al., *Adhesive Bonding to Computer-aided Design/ Computer-aided Manufacturing Esthetic Dental Materials: An Overview*. J Contemp Dent Pract., 2017. **18(7)**: p. 622-626.
192. Amaral, M., et al., *The potential of novel primers and universal adhesives to bond to zirconia*. J Dent., 2014. **42(1)**: p. 90-8.
193. Yun, J.Y., Ha, S.R., Lee, J.B., Kim, S.H., *Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic*. Dent Mater., 2010. **26(7):650-8**.
194. Manso, A.P., et al., *Cements and adhesives for all-ceramic restorations*. Dent Clin North Am., 2011. **55(2)**: p. 311-32, ix.
195. Kitayama, S., et al., *Effect of primer treatment on bonding of resin cements to zirconia ceramic*. Dent Mater., 2010. **26(5)**: p. 426-32.
196. Aboushelib, M.N., *Evaluation of zirconia/resin bond strength and interface quality using a new technique*. J Adhes Dent., 2011. **13(3):255-60**.
197. Khan, A.A., et al., *Recent Trends in Surface Treatment Methods for Bonding Composite Cement to Zirconia: A Review*. Journal of Adhesive Dentistry, 2017. **19(1)**: p. 7-19.

198. Mirmohammadi, H., et al., *Influence of enzymatic and chemical degradation on zirconia resin bond strength after different surface treatments*. Am J Dent., 2010. **23**(6): p. 327-30.
199. Tzanakakis, E-G.C., Tzoutzas, I.G., Koidis, P.T., *Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review*. The Journal of prosthetic dentistry., 2016. **115**: 9-19.
200. Bona, A.D., *Characterizing ceramics and the interfacial adhesion to resin: II- the relationship of surface treatment, bond strength, interfacial toughness and fractography* .Journal of Applied Oral Science., 2005. **13**: 101- 09.
201. Jedyakiewicz, N., Martin, N., *The effect of surface coating on the bond strength of machinable ceramics*. Biomaterials, 2001. **22**: 749-52.
202. Çömlekoğlu, M.E., D.M., Uzel, G., et al., *Farklı yüzey pürüzlendirme işlemlerinin yapıştırıcı simanların seramiğe olan bağ dayanımı üzerine etkisi*. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2009. **33**: 14-22.
203. Heikkinen, T.T., et al., *Effect of operating air pressure on tribochemical silica-coating*. Acta Odontol Scand., 2007. **65**(4): p. 241-8.
204. Shin, Y.J., et al., *Evaluation of the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic after different surface treatments*. Scanning., 2014. **36**(5): p. 479-86.
205. Pilo, R., et al., *Effect of tribochemical treatments and silane reactivity on resin bonding to zirconia*. Dent Mater., 2018. **34**(2): p. 306-316.
206. Pilo, R., et al., *Novel silane encapsulation system for tribochemical resin bonding to a Co-Cr alloy*. J Dent., 2016. **50**: p. 60-8.
207. Kanar, Ö.E., Tağtekin, D., *İndirekt Kompozit ve Seramik Restorasyonlarda Yüzey Hazırlığı*. Aydın Dental, 2021. (57 - 75)(1).
208. Chai, J., Chu, F.C.S., Chow, T.W., *Effect of surface treatment on shear bond strength of zirconia to human dentin*. J Prosthodont., 2011. **20**(3): p. 173-9.
209. Özcan, M., Volpato, C.A., *Surface conditioning and bonding protocol for nanocomposite indirect restorations: how and why?*.Journal of Adhesive Dentistry, 2016. **18**: 82.
210. Matinlinna, J.P., Vallittu, P.K., *Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces—an insight review of the chemical aspects on surface conditioning*.Journal of Oral Rehabilitation, 2007. **34**: 622-30.
211. Rigos, A.E., Dandoulaki, C., Kontonasaki, E., Kokoti, M., Papadopoulou, L., Koidis, P., *Effect of Immediate Dentin Sealing on the Bond Strength of Monolithic Zirconia to Human Dentin*. Operative Dentistry.
212. Fabianelli, A., Pollington, S., Papacchini, F., Goracci, C., Cantoro, A., Ferrari, M., et al., *The effect of different surface treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramic and composite resin*. J Dent., 2010. **38**: 39e43.
213. Erdilek, D., Dörter, C., Koray, F., Kunzelmann, K.H., Guray Efes, B., Gomec, Y., *Effect of Thermo-mechanical Load Cycling on Microleakage in Class II Ormocer Restorations*. Eur J Dent., 2009. **3**: 200- 5.
214. Daneshkazemi, A.R., Davari, A.R., Ataei, E., Dastjerdi, F., Hajighasemi, E., *Effects of mechanical and thermal load cycling on micro tensile bond strength of clearfil SE bond to superficial dentin*. Dent Res J., 2013. **10**: 202–9.
215. Wang, C.Y., Hui, R., Gao, Li., Ma, Y., Wu, X., Meng, Y., Hao, Z., *Effect of surface treatments on bond durability of zirconia-reinforced lithium silicate ceramics: An in vitro study*. J Prosthet Dent., 2022 Dec. **128**(6):1350.e1-1350.e10.

216. Perdigao, J., Lopes, M. M., & Gomes, G., *In vitro bonding performance of self-etch adhesives: II—Ultramorphological evaluation*. Operative Dentistry, 2008. **33(5)**, 534–549.
217. Gailani, H.F.A., et al., *Effect of Two Immediate Dentin Sealing Approaches on Bond Strength of Lava CAD/CAM Indirect Restoration*. Materials (Basel), 2021. **14(7)**.
218. Wang Y, Hui R, Gao L, Ma Y, Wu X, Meng Y, Hao Z., *Effect of surface treatments on bond durability of zirconia- reinforced lithium silicate ceramics: An in vitro study*. The Journal of Prosthetic Dentistry, 2022. **1350.e2**.
219. Blatz, M.B., Sadan, A., Kern, M., *Bonding to silica based ceramics: clinical and laboratory guidelines*. Quintess Dent Technol 2002. **25:54-62**.
220. Smith, R.L., Villanueva, C., Rothrock, J.K., Garcia-Godoy, C.E., Stoner, B.R., Piascik, J.R., et al., *Long-term microtensile bond strength of surface modified zirconia*. Dent Mater., 2011. **27:779-85**.
221. Bayne, S.C., Heymann, H.O., & Swift, J.E., *Update on dental composite restorations*. Journal of the American Dental Association, 1994 **125(6)**, 687-701.
222. Nikaido, T., et al., *Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations*. Dent Mater., 2018. **37:192-196**.
223. Jayasooriya, P.R., Pereira, P. N., Nikaido, T., & Tagami, J. , *Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin*. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2003. **15**, 105–113.
224. Rigos, A.E., Dandoulaki, C., Kontonasaki, E., Kokoti, M., Papadopoulou, L., & Koidis, P., *Effect of immediate dentin sealing on the bond strength of monolithic zirconia to human dentin*. . Operative Dentistry, 2019. **44(4)**, E167–E179.
225. Santana, V.B., de Alexandre, R. S., Rodrigues, J.A., Ely, C., & Reis, A.F., *Effects of immediate dentin sealing and pulpal pressure on resin cement bond strength and nanoleakage*. Operative Dentistry, 2016. **41 (2)**, 189–199.
226. Hu, J., & Zhu, Q., *Effect of immediate dentin sealing on preventive treatment for postcementation hypersensitivity*. The International Journal of Prosthodontics, 2010. **23(1)**, 49–52.
227. Magne, P., *Immediate dentin sealing: A fundamental procedure for indirect bonded restorations*. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2005. **17**, 144–154.
228. Magne, P., So, W.S., & Cascione, D., *Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement*. Journal of Prosthetic Dentistry, 2007. **98**, 166–174.
229. Rigos, A.E., Dandoulaki, C., Kontonasaki, E., Kokoti, M., Papadopoulou, L., & Koidis, P., *Effect of immediate dentin sealing on the bond strength of monolithic zirconia to human dentin*. Operative Dentistry, 2019. **44(4)**, E167–E179.
230. Duarte Jr, S., Freitas, C., Saad, J.R., Sadan, A., *The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives*. J Prosthet Dent., 2009. **102:1–9**.
231. Sahin, C., Cehreli, Z., Yenigul, M., Dayangac, B., *In-vitro permeability of etch-and-rinse and self-etch adhesives used for immediate dentin sealing*. Dent Mater J., 2012. **31:401–8**.

232. Takamizawa, T., Barkmeier, W., Tsujimoto, A., Berry, T.P., Watanabe, H., Erickson, R.L., et al., *Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems*. Dent Mater., 2016. **32:e9-21**.
233. Günsel, K.E., Atalı, Y.P., Türkmen, C., *Effect of immediate dentin sealing on the bonding state of hybrid ceramic CAD/CAM restorative material to dentin*. Eur J Res Dent., 2020. **4:52-8**.
234. Borges, G.A., Sophr, A.M., de Goes, M.F., Sobrinho, L.C., Chan, D.C.N., *Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics*. J Prosthet Dent., 2003 **89(5):479-88**.
235. Oyagüe, R.C., Monticelli, F., Toledano, M., Osorio, E., Ferrari, M., Osorio R., *Effect of water aging on microtensile bond strength of dual-cured resin cements to pre-treated sintered zirconium-oxide ceramics*. Dent Mater., 2009. **25(3):392- 9**.
236. Oyagüe, R.C., Monticelli, F., Toledano, M., Osorio, E., Ferrari, M., Osorio, R., *Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to densely-sintered zirconium-oxide ceramic*. Dent Mater., 2009. **25(2):172-9**.
237. Sekhri, S., Mittal, S., Garg, S., *Tensile bond strength of self adhesive resin cement after various surface treatment*. J Clin Diagnos Res., 2016. **10:ZC01-04**
238. El-Mowafy, O.M., Rubo, M.H., *Influence of composite inlay/onlay thickness on hardening of dual-cured resin cements*. J Can Dent Assoc., 2000. **66:147**.
239. Malament, K.A., Socransky, S., *Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 16 years. Part III: effect of luting agent and tooth or tooth-substitute core structure*. J Prosthet Dent., 2001. **86:511-9**.
240. Vargas, M.A., Bergeron, C., Diaz-Arnold, A., *Cementing all-ceramic restorations: recommendations for success*. J Am Dent Assoc., 2011. **142:20S-4S**.
241. Weiser, F., Behr, M., *Self-adhesive resin cements:a clinical review*. J Prosthodont., 2015. **24:100-8**.
242. Chaharom, M.E.E., Ajami, A.A., Bahari, M., Rezazadeh, H., *Effect of smear layer thickness and ph of self-adhesive resin cements on the shear bond strength of a resin cement to feldspathic ceramic*. Ind J Dental Res., 2017. **28(6):681-6**.
243. Peçanha, M.M., Amaral, M., Baroudi, K., Frizzera, F., Vitti, R., Silva-Concilio, L. *Improving the Bonding Stability Between Resin Cements and Zirconia-Based Ceramic Using Different Surface Treatment*. The International Journal of Prosthodontics, 2022. **35**.
244. Lee, Y., Oh, K.C., Kim, N.H., Moon, H.S., *Evaluation of Zirconia Surfaces after Strong-Acid Etching and Its Effects on the Shear Bond Strength of Dental Resin Cement*. Int J Dent., 2019:.. **3564275**.
245. Kern, M., Wegner, S.M., *Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability*. Dent Mater., 1998. **14:64-71**.
246. Asar, N.V., Çakırbay, M., *Zirkonya-rezin siman bağlantısını güçlendirmede kullanılan yüzey işlemleri*. Acta Odontol Turc., 2013. **30(3):162-8**.
247. Phark, J-H., Duarte, S., Hernandez, A., Blatz, M.B., & Sadan, A., *In vitro shear bond strength of dual-curing resin cements to two different highstrength ceramic materials with different surface texture*. Acta Odontologica Scandinavia, 2009. **67(6) 346-354**.
248. de Kok, P., Pereira, G.K.R., Fraga, S., de Jager, N., Venturini, A.B.,

- Kleverlaan, C.J., *The effect of internal roughness and bonding on the fracture resistance and structural reliability of lithium disilicate ceramic*. Dent Mater., 2017 Dec., **33(12):1416-1425**.
249. Luthra, R., & Kaur, P. , *An insight into current concepts and techniques in resin bonding to high strength ceramics*. Australian Dental Journal Blackwell Publishing, 2016 **61**.
250. Ozcan, M., & Bernasconi, M., *Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis*. The Journal of Adhesive Dentistry, 2015. **17(1), 7–26**.
251. Spitznagel, F.A., Horvath, S.D., Guess, P.C., & Blatz, M.B., *Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: A review of the literature*. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry Blackwell Publishing Ltd., 2014. **26**: p. 382–393.
252. Moravej-Salehi, E., Moravej-Salehi, E., Valian, A., *Surface topography and bond strengths of feldspathic porcelain prepared using various sandblasting pressures*. J Investig Clin Dent., 2016. **7(4):347-54**.
253. Tzanakakis, E-G.C., T.I., Koidis, P.T., *Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review*. J Prosthet Dent., 2016.**115(1):9-19**.
254. Yang, L., Chen, B., Meng, H., Zhang, H., He, F., Xie, H., et al., *Bond durability when applying phosphate ester monomer-containing primers vs. self-adhesive resin cements to zirconia: Evaluation after different aging conditions*.J Prosthodont Res., 2020. **64:193-201**.
255. Cheung, G.J., Botello, M.G., *Zirconia surface treatments for resin bonding*. J Adhes Dent., 2015. **17:551-8**.
256. Comino-Garayoa, R., Peláez, J., Tobar, C., Rodríguez, V., Suárez, M.J., *Adhesion to zirconia: A systematic review of surface pretreatments and resin cements*.Materials (Basel) 2021;. **14:2751**.
257. Cheung, G.J., Botelho, M.G., *Zirconia surface treatments for resin bonding*. Journal of Adhesive Dentistry, 2015. **17(6) 551-558**.
258. Blatz, M.B., Sadan, A., Kern, M., *Resin-ceramic bonding: a review of the literature*. J Prosthet Dent., 2003. **89(3):268-74**.
259. Manso, A.P., Silva, N.R., Bonfante, E.A., Pegorato, T.A, Dias, R.A., Carvalho, R.M., *Cements and adhesives for all-ceramic restorations*.Dent Clin North Am., 2011. **55(2): 311-32**.
260. De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., et al. , *A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results*. J Dent Res., 2005. **84: 118-132**.
261. Pashley, D.H., Carvalho, R.M., Sano, H., Nakajima, M., Yoshiyama, M., Shono, Y., Fernandes, C.A., Tay, F., *The microtensile bond test: A review*. Journal of Adhesive Dentistry., 1999. **1(4)**.
262. Shono, Y., Ogawa, T., Terashita, M., Carvalho, R.M., Pashley, E.L., Pashley, D.H., *Regional measurement of resin-dentin bonding as an array*. Journal of dental research, 1999. **78: 699-705**.
263. Cehreli, Z.C., Lakshmipathy, M., Yazici, R., *Effect of different splint removal techniques on the surface roughness of human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis*. Dental Traumatology, 2008. **24: 177-82**.
264. Reis, A., Moura, K., Pellizzaro, A., Dal-Bianco, K., de Andrade, A.M., Loguercio, A.D., *Durability of enamel bonding using one-step self-etch systems on ground and unground enamel*. Operative Dentistry, 2009. **34:**

**181-91.**

265. Ibarra, G.V., Marcos, A.A., Steve, R.C., Deborah, S., *Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel*. Journal of adhesive dentistry, 2002. **4(2):115-124**.
266. Pashley, D.H., Ciucchi, B., Sano, H., Carvalho, R.M., Russell, C.M., *Bond strength versus dentine structure: a modelling approach*. Archives of oral biology, 1995. **40: 1109-18**.
267. Pashley, D.H., Carvalho, R.M., Sano, H., Nakajima, M., Yoshiyama, M., Shono, Y., Fernandes, C.A. and Tay, F., *The microtensile bond test: a review* Journal of adhesive dentistry, 1999. **1**.
268. Armstrong, S., Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L.H., Soares, C.J., Yamagawa, J., *Adhesion to tooth structure: a critical review of "micro" bond strength test methods*. Dental materials, 2010. **26: e50-e62**.
269. Meric, G. and Ruyter, I.E., *Influence of thermal cycling on flexural properties of composites reinforced with unidirectional silica-glass fibers*. Dent Mater., 2008. **24(8): p. 1050-7**.
270. Gale, M.S. and Darvell, B.W., *Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations*. J Dent., 1999. **27(2): p. 89-99**.
271. Lu, Y.C., Tseng, H., Shih, Y.H., Lee, S.Y., *Effects of surface treatments on bond strength of glass infiltrated ceramic*. J Oral Rehabil., 2001. **28: 805-813**.
272. Lüthy, H., Loeffel, O., Hammerle, C.H., *Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic*. Dent Mater., 2006. **22:195-200**.
273. 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), e100-21**.
274. Kern, M., Thompson, V.P., *Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive methods and their durability*. J Prosthet Dent., 1995. **73: 240-249**.
275. Barclay, C.W., Boyle, E.L., Williams, R., Marquis, P.M., *The effect of thermocycling on five adhesive luting cements*. J Oral Rehabil., 2002. **29(6):546-52**.
276. El Zohairy, A.A., De Gee, A.J., Hassan, F.M. and Feilzer, A.J., *The effect of adhesives with various degrees of hydrophilicity on resin ceramic bond durability*. Dent Mater., 2004. **20, 778-787**.
277. El-Araby, A.M., Talic, Y.F., *The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin*. J Contemp Dent Pract., 2007. **8(2): p. 17-24**.
278. Scherer, M.M., Prochnow, C., Venturini, A.B., Pereira, G.K.R., Burgo, T.A.L., Rippe, M.P., Valandro, L.F., *Fatigue failure load of an adhesively-cemented lithium disilicate glass-ceramic: conventional ceramic etching vs etch & prime one- step primer*. Dent Mater., 2018. **34:1134-1143**.
279. Tribst, J., Anami, L.C., Özcan, M., Bottino, M.A., Melo, R.M., Saavedra, G., *Self-etching primers vs acid conditioning: impact on bond strength between ceramics and resin cement*. Oper Dent., 2018. **43:372-379**.
280. Prado, M., Prochnow, C., Marchionatti, A.M.E., Baldissara, P., Valandro, L.F., Wandscher, V.F., *Ceramic surface treatment with a single-component primer: resin adhesion to glass ceramics*. J Adhes Dent., 2018. **20:99- 105**.
281. Campos, F., Almeida, C.S., Rippe, M.P, de Melo, R.M., Valandro, L.F., and Bottino, M.A., *Resin bonding to a hybrid ceramic: effects of surface treatments and aging*. Oper Dent., 2016. **41(2):171-178**.

282. Leloup, G., D'Hoore, W., Bouter, D., Degrange, M., Vreven, J., *Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence*. J Dent Res.,2001. **80: 1605-14.**
283. Ozcan, M., Barbosa, S., Melo, R., Galhano, G.A., Bottino, M.A., *Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions*. Dent Mater., 2007.**23(10):1276–82.**
284. Ulker, M., Ozcan, M., Sengün, A., Ozer, F., Belli, S., *Effect of artificial aging regimens on the performance of self-etching adhesives*. Res. J. Biomed. Mater., 2010. **93, 175–184.**
285. Xie, C., Han, Y., Zhao, X.Y., Wang, Z.Y., He, H.M., *Microtensile bond strength of one- and two-step self-etching adhesives on sclerotic dentin: the effects of thermocycling*. Oper. Dent., 2010. **35, 547–555.**
286. De Munck, J., Van Landuyt, K., Coutinho, E., Poitevin, A., Peumans, M., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B., *Micro-tensile bond strength of adhesives bonded to Class-I cavity-bottom dentin after thermo-cycling*. Dent Mater., 2013. **21 : 999-1007.**
287. Duarte, S., Jr., et al., *The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives*. J Prosthet Dent., 2009. **102(1): p. 1-9.**
288. Ferreira-Filho, R.C., et al., *Effect of Different Adhesive Systems Used for Immediate Dentin Sealing on Bond Strength of a Self-Adhesive Resin Cement to Dentin*. Oper Dent., 2018. **43(4): p. 391-397.**
289. Deniz, Ş.T., Oğlakçı, B., Yesilirmak, S.Ö., Dalkılıç, E.E., *Farklı üniversal adeziv sistemler ile hemen dentin kapama işleminin kendinden bağlanabilen yapıştırma simanının bağlanma dayanımı üzerine etkisi*. Acta Odontol Turc., 2022. **39(3):64-8.**
290. Deniz, S.T, Oğlakcı, B., Yesilirmak, S.Ö., Dalkilic, E.E., *The effect of immediate dentin sealing with chlorhexidine pretreatment on the shear bond strength of dual-cure adhesive cement*. Microsc Res Tech., 2021. **84:3204–3210.**
291. Stavridakis, M.M., Krejci, I., Magne, P., *Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured dentin bonding agent and effect of surface cleaning*. Oper Dent., 2005. **30:747–57.**
292. Yoshida, Y., Van Meerbeek, B., Nakayama, Y., et al. , *Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces*. J Dent Res., 2000. **79:709-14.**
293. Kuno, Y., Hosaka, K., Nakajima, M., Ikeda, M., Junior, C.A.K., & Foxton, R.M., *Incorporation of a hydrophilic amide monomer into a one-step self-etch adhesive to increase dentin bond strength: Effect of application time*. Dental Materials Journal, 2019. **38(6) 892-899.**
294. Ahmed, M.H., Yoshihara, K., Mercelis, B., Van Landuyt, K., Peumans, M., & Van Meerbeek, B., *Quick bonding using a universal adhesive*. Clinical Oral Investigation, 2020. **24(8) 2837-2851.**
295. Yoshida, Y., Yoshihara, K., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Torii, Y., Ogawa, T., et al., *Self-assembled nano- layering at the adhesive interface*. J Dent Res., 2012. **91: 376-81.**
296. Yoshihara, K., Yoshida, Y., Nagaoka, N., Fukegawa, D., Hayakawa, S., Mine, A., et al., *Nano-controlled molecular interaction at adhesive interfaces for hard tissue reconstruction*. Acta Biomater., 2010. **6: 3573-82.**

297. Hanabusa, M., Kimura, S., Hori, A., Yamamoto, T., *Effect of irradiation source on the dentin bond strength of a one-bottle universal adhesive containing an amide monomer*. J Adhes Sci Technol., 2019. **33 (20): 2265-2280**.
298. Tekçe, N., Fidan, S., Tuncer, S., Kara, D., & Demirci, M., *The effect of glazing and aging on the surface properties of CAD/CAM resin blocks*. Journal of Advanced Prosthodontics, 2018. **10(1), 50–57**.
299. 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*. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 2007. **18(1), 155–163**.
300. Scurria, M.S., & Powers, J.M., *Surface roughness of two polished ceramic materials*. The Journal of Prosthetic Dentistry, 1994. **71(2), 174–177**.
301. Della Bona, A., Anusavice, K.J., Mecholsky, J.J. Jr., *Failure analysis of resin composite bonded to ceramic*. Dent Mater., 2003. **19, 693-699**.
302. El Zohairy, A.A., De Gee, A.J., Mohsen, M.M., Feilzer, A.J., *Microtensile bond strength testing of luting cements to prefabricated CAD/CAM ceramic and composite blocks*. Dent Mater., 2003. **19: 575-583**.
303. Foxton, R.M., Pereira, P., Nakajima, M., Tagami, J., Miura, H., *Durability of the dual-cure resin cement/ceramic bond with different curing strategies*. J Adhes Dent., 2002. **4:49–59**.
304. El Zohairy, A.A., De Gee, A., Hassan, F.M. and Feilzer, A.J., *The effect of adhesives with various degrees of hydrophilicity on resin ceramic bond durability*. Dent Mater., 2004. **20, 778-787**.
305. Filho, A.M., Vieira, L.C., Araujo, E. and Monteiro, J.S., *Effect of different ceramic surface treatments on resin microtensile bond strength*. J Prosthodont., 2004. **13(1), 28-35**.
306. Yöndem İ., *Farklı Yüzey Bitirme İşlemlerinin Metal Desteksiz Seramik Restorasyonlarda Yüzey Pürüzlülüğü ve Kırılma Dayanımları Üzerindeki Etkisinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi* Doktora Tezi; Konya., 2006.
307. House, K.L., Pan, L., O'Carroll, D.M., Xu S. *Applications of scanning electron microscopy and focused ion beam milling in dental research*. European Journal of Oral Sciences, 2022. **130(2)**.
308. Akyıl, M.S., Uzun, İ.H., Bayındır, F., *Bond Strength of Resin Cement to Yttrium-Stabilized Tetragonal Zirconia Ceramic Treated with Air Abrasion, Silica Coating, and Laser Irradiation*. Photomed Las Surg. 2010. **28:801-8**.
309. Atsu, S.S., Kilicarslan, M., Kucukesmen, H.C., Aka, P.S., *Effect of Zirconium-Oxide Ceramic Surface Treatments on the Bond Strength to Adhesive Resin*. J Prosthet Dent., 2006. **95:430–6**.
310. Altan, B., Cinar, S., Tuncelli ,B. *Evaluation of shear bond strength of zirconia-based monolithic CAD-CAM materials to resin cement after different surface treatments*. Niger J Clin Pract., 2019. **22(11):1475-1482**.
311. Triolo, P.T. Jr. and Swift, E.J. Jr., *Shear bond strengths of ten dentin adhesive systems*. Dent Mater., 1992. **8(6): p. 370-4**.
312. Andrade de Freitas, S.L., Brandt, W.C., Miranda, M.E., Vitti, R.P. *Effect of Thermocycling, Teeth, and Polymerization Methods on Bond Strength Teeth-Denture Base*. Int J Dent., 2018, p. 2374327.
313. Price, R.B. and Hall, G.C., *In vitro comparison of 10-minute versus 24-hour shear bond strengths of six dentin bonding systems*. Quintessence Int, 1999. **30(2): p. 122-34**.

314. Meiers, J.C., Kazemi, R.B., and Donadio, M., *The influence of fiber reinforcement of composites on shear bond strengths to enamel*. J Prosthet Dent., 2003. **89**(4): p. 388-93.
315. al-Salehi, S.K. and Burke, F.J., *Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength*. Quintessence Int., 1997. **28**(11): p. 717-23.
316. Sarr, M., Kane, A.W., Vreven, J., et al., *Microtensile bond strength and interfacial characterization of 11 contemporary adhesives bonded to bur-cut dentin*. Oper Dent., 2010. **35**(1):**94-104**.
317. Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., et al., *Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes*. Dent Mater., 2010. **26**(2): **100-121**.
318. Peumans, M., De Munck, J., Mine, A., Van Meerbeek, B., *Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions. A systematic review*. Acad Dent Mater., 2014. **30**(10):**1089-1103**.
319. Mahn, E., Rousson, V., Heintze, S., *Meta-analysis of the influence of bonding parameters on the clinical outcome of tooth-colored cervical restorations*. J Adhes Dent., 2015. **17**(5):**391-403**.
320. Qanungo, A., Aras, M.A., Chitre, V., Mysore, A., Amin, B., Daswani, S.R. I, *Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations*. J Prosthodont Res., 2016. **60**(4):**240-249**.
321. Bruzi, G., Carvalho, A., Maia, H.P., Giannini, M., Magne, P., *Are some combinations of resin liners and impression materials incompatible with immediate dentin sealing ?* Am J Esthet Dent., 2013. **3**(3): **200-208**.
322. Stavridakis, M.M., K.I., Magne, P., *Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured dentin bonding agent and effect of surface cleaning*. Oper Dent., 2005. **30**(6):**747-757**.
323. Ermis, R.B., Uğurlu, M., Ahmed, M.H., Van Meerbeek, B., *Universal adhesives benefit from an extra hydrophobic adhesive layer when light cured beforehand*. J Adhes Dent., 2019;. **21**(2):**179-188**.
324. Ahmed, M.H., De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Yoshihara, K., Van Meerbeek, B., *Do universal adhesives benefit from an extra bonding layer?* J Adhes Dent., 2019. **21**(2):**117-132**.
325. Ahmed, M.H., Yao, C., Van Landuyt, K., Peumans, M., Van Meerbeek, B., *Extra bonding layer compensates universal adhesive's thin film thickness*. J Adhes Dent., 2020. **22**(5):**483-501**.

Evrak Tarih ve Sayısı: 26.07.2021-24449



T.C.  
BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-54022451-050.05.04-24449  
Konu : Etik Kurul Kararı - Burcu OĞLAKÇI

26.07.2021

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Burcu OĞLAKÇI  
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanlığı - Uzman Diş Hekimi

2021/252 numaralı "Farklı Adeziv Sistemler Kullanılarak Yapılan Immediate Dentin Sealing (Hemen Dentin Kapama) İşleminin Monolitik Zirkon Blokların Dentine Olan Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi" başlıklı başvurunuz Üniversitemiz Etik Kurullar Birimi' nin 08.07.2021 tarihli, 15 sayılı Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurul toplantısında değerlendirilmiş olup, mevcudun oybirliğiyle onaylanmasına karar verilmiştir.

Gereğini ve bilgilerinizi arz/rica ederim.

Prof.Dr. İsmail MERAL  
Başkan

Bu belge, güvenli elektronik İmza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu :BS944SBN4Z Pin Kodu :14872 Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BS944SBN4Z&eS=24449>  
Bezmialem Vakıf Üniversitesi Adnan Menderes Bulvarı (Vatan Caddesi) Fatih / İstanbul Bilgi için: Zübeyde ÖZDEMİR  
Telefon No:0 (212) 523 22 88 Faks No:0 (212) 533 23 26 Unvan: Memur  
e-Posta:info@bezmialem.edu.tr İnternet Adresi:www.bezmialem.edu.tr



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.