

**T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**YENİ IŞIKSIZ SERTLEŞEN UNİVERSAL BONDUN  
DİĞER UNİVERSAL BONDLARLA BAĞLANMA  
ÖZELLİKLERİ VE KALİTELERİNİN MAKASLAMA VE  
FTIR YÖNTEMLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dt. Mevlüt Emre SÖNMEZATEŞ**

**Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Mehmet YILDIZ**

**ERZURUM  
2019**

T.C  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

“YENİ İŞİKSİZ SERTLEŞEN ÜNİVERSAL BONDUN DİĞER ÜNİVERSAL BONDLARLA BAĞLANMA ÖZELLİKLERİ VE KALİTELERİNİN MAKASLAMA VE FTIR YÖNTEMLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI”

Dt. Mevlüt Emre SÖNMEZATEŞ

Tez Savunma Tarihi : 29.04.2019

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet YILDIZ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nilgün SEVEN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet YILDIZ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ömer Yavuz GÖMEÇ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAY



ONAY

Bu Çalışma Yukarıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi Olarak Kabul Edilmiştir.



Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM  
Fakülte Dekan

Uzmanlık Tezi  
ERZURUM-2019

# İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>4</b>
2.1. Adezyon .....	4
2.2. Adezyon Türleri .....	4
2.3. Adezivler .....	4
2.4. Adezivlerin Mine ve Dentine Bağlanma Mekanizması .....	7
2.5. Adezivlerin Sınıflandırılması .....	9
2.5.1. Adezivlerin Jenerasyonlara Göre Sınıflandırılması .....	9
2.5.2. Adezivlerin Smear Tabakasına Göre Sınıflandırılması .....	13
2.5.3. Adezivlerin Klinik Basamaklara Göre Sınıflandırılması .....	14
2.5.3.1. Etch and Rinse Dental Adeziv Sistemler .....	14
2.5.3.2. Self Etch Dental Adeziv Sistemler .....	15
2.5.3.3. Multimod Dental Adezivler .....	17
2.5.3.3.1. Işıklı Polimerize Olan Adezivler .....	17
2.5.3.3.2. Yeni Işıksız Polimerize Olan Ünlversal Adeziv .....	18
2.6. Adezivlerin Polimerizasyonu .....	19
2.6.1. Polimerizasyon Türleri .....	19
2.6.1.1. Kimyasal Polimerizasyon .....	19

2.6.1.2. Işıklı Polimerizasyon.....	20
2.6.1.2.1. Ultraviyole Polimerizasyon .....	20
2.6.1.2.2. Görünür Işıklı Polimerizasyon .....	21
2.7. Termosiklus .....	21
2.8. Bağlanma Dayanımı Testleri .....	22
2.8.1. Çekme (Tensile) Bağlanım Testi .....	23
2.8.2. Makaslama (Shear) Bağlanma Testi .....	23
2.9. FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) .....	23
<b>3. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>25</b>
3.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi .....	25
3.1.1. Dişlerin Toplanması ve Saklanması .....	25
3.1.2. Örneklerin Hazırlanması.....	25
3.1.2.1. Kullanılan Restoratif Maddeler .....	26
3.1.2.2 Örneklerin Gruplara Göre Ayrılması.....	28
3.1.2.2.1. Kontrol Grubu.....	29
3.1.2.2.2. Total Etch Grubu .....	29
3.1.2.2.3. Self Etch Grubu .....	30
3.1.3. Örneklere Kompozit Uygulanması .....	31
3.1.4. Makaslama Testinin Uygulanması.....	32
3.2. FTIR Analizi ve Uygulanması .....	34
3.3. İstatistiksel Değerlendirme .....	37
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>38</b>
4.1. Makaslama Dayanım Testine Ait Bulgular .....	38
4.2. FTIR Testine Ait Bulgular .....	41

4.3. Makaslama Bağlanma Dayanımı ve FTIR Testinin Birbirleriyle İlgisinin Bulguları	5.
5. TARTIŞMA .....	46
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>58</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>60</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>83</b>
<b>EK-1. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>83</b>
<b>EK-2. ETİK KURUL RAPORU .....</b>	<b>84</b>



## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince yardımlarını ve ilgisini benden esirgemeyen, her zaman yanımda olup değerli tecrübe ve önerileri ile bana yol gösteren değerli tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet YILDIZ'a,

Yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Nilgün SEVEN'e, hoşgörü ve sabrıyla aldığım kararlarda beni olumlu yönde etkileyen ve ufkumu açan Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR'a, bu yolda kalıp ilerlememi sağlayan ve bir abla gibi her sıkıştığımda yanımda olan Doç. Dr. Nilgün AKGÜL'e, akademik alanda bana yaptığı katkılarıyla Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAY'a, çalışmalarım sırasındaki katkılarıyla Dr. Öğr. Ü. Ömer SAĞSÖZ, Doç. Dr. Pınar Gül, Dr. Öğr. Ü. Merve İŞCAN YAPAR, Dr. Öğr. Ü. Neslihan ÇELİK, Prof. Dr. Ömer Akbulut ve Öğretim Görevlisi Ahmet Emre KASAPOĞLU'na

Atatürk Üniversitesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Uzmanlık eğitimim boyunca yanımda olduğunu bildiğim ve her zaman desteklerini hissettiğim Uzm. Dt. Burak KÖSEOĞLU, Dt. Selin NACAĞ, Dt. Hasan TELLİ ve Dt Deniz AYDIN ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Dt. Mevlüt Emre SÖNMEZATEŞ**

## ÖZET

### **Yeni Işıksız Sertleşen Ünlversal Bondun Diğer Ünlversal Bondlarla Bağlanma Özellikleri ve Kalitelerinin Makaslama ve FTIR Yöntemleriyle Karşılaştırılması**

**Amaç:** Diş rengi restoratif materyallerin diğer restoratif materyallere göre daha çok tercih edilmesiyle birlikte konservatif diş hekimliği gelişmeye başlamıştır. Konservatif diş hekimliğinin devamlı gelişmesiyle adeziv teknolojisi daha da önem kazanmıştır. Ünlversal veya multi-mod adezivler adeziv diş hekimliğinde son zamanlarda yapılan yeniliklerdendir. Bu materyaller bütün komponentleri tek bir şişede toplayarak uygulamayı basitleştirmişlerdir. Bu çalışmanın amacı piyasaya yeni sürülmüş olan ve daha az teknik hassasiyet ve daha az uygulama süresi sunan yeni bir bonding ajanın bağlanım kalitesini kliniklerde sıkça kullanılan diğer ünlversal bonding ajanlarla kıyaslayarak değerlendirilmesidir.

**Materyal ve Metod:** Çalışmamızda bonding ajanların dentin bağlanma dayanımı belirlemek için makaslama bağlanma dayanımı testi, infiltrasyonlarını kıyaslamak için FTIR analiz testi yapıldı. Her test için 110 örnek kullanıldı. Bunların 10 tanesi kontrol grubu için ayrıldı. Kalan 100 tanesi self etch ve total etch asitleme modları için eşit olarak iki gruba ayrıldı. Her grup da kendi içinde n=10 olmak üzere 5 farklı bonding ajan uygulanmak üzere 5 gruba ayrıldı. Gruplar ayarlandıktan sonra dentin üzerinde makaslama bağlanma dayanımı ve FTIR analiz testleri yapıldı. Makaslama testi ve FTIR analiz testi sonucunda elde edilen verilerin arasındaki farklılığın belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) yapıldı. Örneklerin kendi aralarında kıyaslanması için Duncan, Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney yöntemleri kullanıldı. FTIR ve makaslama bağlanma dayanımlarını birbirleriyle karşılaştırmak için Spearman analizi kullanıldı.

**Bulgular:** Makaslama bağlanma dayanımı testi sonucunda farklı adezivlerin arasında anlamlı farklar bulundu ( $p<0.05$ ). En yüksek bağlanma dayanım ortalamaları Futura Bond Ünlversal total etch modunda ( $9.95 \pm 1.19$  MPa) olurken en düşük bağlanma dayanım ortalamaları ise Tokuyama Ünlversal Bond self etch modunda ( $5.45 \pm 0.34$  MPa) çıkmıştır. Futura Bond Ünlversal, Single Bond Ünlversal ve All Bond Ünlversal bonding ajanlarının total etch modu anlamlı olarak diğer örneklerden daha yüksek bağlanma dayanım değerleri vermiştir ( $p<0.05$ ). FTIR analizine göre en fazla dentine infiltre olan bonding ajanı Tokuyama Ünlversal Bond total etch modu örnekleri bulunmuştur. All Bond Ünlversal self etch modu örnekleri ise en az infiltrasyon gösteren grup olmuştur.

**Sonuçlar:** Işıkla polimerize olan ünlversal bonding ajanlar kimyasal polimerize olan bonding ajandan daha iyi bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. Kimyasal polimerize olan bonding ajan ışıkla polimerize olan bonding ajanlardan daha iyi dentine infiltre olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Işıkla polimerize bonding ajanlar, Işıksız polimerize olan bonding ajanlar, FTIR, Makaslama bağlanma dayanımı

## ABSTRACT

### Comparison of Bonding Properties and Quality of A New Non-Light Polymerizing Universal Bond with Other Universal Bonds by Shear and FTIR Methods

**Aim:** Conservative dentistry has begun to develop with the preference of dental color restorative materials compared to other restorative materials. With the continuous development of conservative dentistry, adhesive technology has become even more important. Universal or multimodal adhesives are recent innovations in adhesive dentistry. These materials simplify the application by collecting all components in a single bottle. The aim of this study is to evaluate the quality of bonding of a new bonding agent, which has been recently introduced to the market, that offers less technical precision and less application time, compared to other universal bonding agents commonly used in clinics.

**Materials and Methods:** In our study, FTIR analysis test was used to determine the infiltrations of the bonding agents and shear bond test was used to evaluate strength of the adhesive agents while bonding to the dentin. 110 samples were used for each test. Ten of them were sorted for the control group. The remaining 100 were equally divided into two groups for self etch and total etch modes. Each group was divided into 5 groups to apply 5 different bonding agents and each group was consisted of 10 samples. After adjusting the groups, shear bond strength and FTIR analysis tests were performed on dentin. One Way ANOVA (One Way Anova) was used to determine the difference between the data obtained from the shear test and FTIR analysis test. Duncan, Kruskal-Wallis and Mann-Whitney methods were used to compare the samples in each other. Spearman analysis was used to compare FTIR and shear bond strengths.

**Results:** Significant differences were found between different adhesives as a result of shear bond strength test ( $p < 0.05$ ). The highest bond strength values were in Futura Bond Universal total etch mode ( $9.95 \pm 1.19$  MPa) while the lowest bond strength values were in Tokuyama Universal Bond self etch mode ( $5.45 \pm 0.34$  MPa). The total etch mode of Futura Bond Universal, Single Bond Universal and All Bond Universal bonding agents was significantly higher than the other samples ( $p < 0.05$ ). According to the FTIR analysis, the most infiltrating bonding agent Tokuyama Universal Bond total etch mode was found. All Bond Universal self-etch mode samples were the least infiltrating group.

**Conclusion:** The light-curing universal bonding agents showed better bond strength values than the chemical polymerizing bonding agent. Chemical polymerizing bonding agent has been better dentine infiltration than light-polymerizing bonding agents.

**Keywords:** Light-cured bonding agents, Lightless-cured bonding agents, FTIR, Shear



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>BisGMA</b>	: Bisfenol A glisid dimetakrilat
<b>Bis-EMA</b>	: Etoksi bisfenol A glikol dimetakrilat
<b>BPDM</b>	: Bisfenol –dimetakrilat
<b>C<sup>0</sup></b>	: Celsius derece
<b>CQ</b>	: Kamforokinon
<b>FIR</b>	: Uzak Dalga Boylu Kızıl Ötesi
<b>FTIR</b>	: Fourier Transform Infrared Spektrofotometre
<b>HEMA</b>	: Hidroksi Etil Metakrilat
<b>IR</b>	: Kızılötesi
<b>ISO</b>	: Uluslararası standardizasyon organizasyonu
<b>lm</b>	: Lümen
<b>MDP</b>	: Metakriloloksidesil dihidrojen fosfat
<b>MDTP</b>	: Metakriloloksidesil dihidrojen tiofosfat
<b>MIR</b>	: Orta dalga boylu kızılötesi
<b>mm<sup>2</sup></b>	: Milimetrekare
<b>MPa</b>	: Mega Pascal
<b>N</b>	: Newton
<b>NIR</b>	: Yakın dalga boylu kızıl ötesi
<b>nm</b>	: Nano
<b>NPG-GMA</b>	: Gliserofosforik asit dimetakrilat
<b>PENTA</b>	: Dipentaeritritol pentaakrilat fosforik asit ester
<b>PMMA</b>	: Polimetilmetakrilat
<b>PPD</b>	: 1-phenyl-1,2-propanadione
<b>R</b>	: Radikal
<b>SEM</b>	: Taramalı Elektron Mikroskopu
<b>sn</b>	: Saniye
<b>TEGDMA</b>	: Trietilen Glikol Dimetakrilat
<b>UDMA</b>	: Üretan Dimetakrilat
<b>4-MET</b>	: 4-[2-(metakriloyloksi)etoksikar-bonil] pitolik asit

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Işıksız Kimyasal Polimerize Olan Bonding Ajanın Polimerizasyon Şeması .....	18
Şekil 2.2. Işıqla Başlatıcıların Aktif Olduğu Dalga Boyları .....	21
Şekil 3.1. Termosiklus Cihazı.....	32
Şekil 3.2. Örneklerin Havuz İçindeki Görüntüsü .....	32
Şekil 3.3. Örneklerin makaslama testinden önceki gruplara göre dizilmiş hali .....	33
Şekil 3.4. Instron Üniversal Test Cihazı.....	33
Şekil 3.5. İnstron Cihazında Örnek Kırma .....	34
Şekil 3.6. İnstron Cihazı Yan Görünüm .....	34
Şekil 3.7. Isomet Cihazı.....	35
Şekil 3.8. Alınan Kesitler .....	35
Şekil 3.9. Vertex V 70 FTIR Cihazı .....	36
Şekil 3.10. FTIR Örnek İnceleme.....	36
Şekil 3.11. Örnek alan hesaplaması yöntemi.....	36
Şekil 5.1. Sağlam ve Çürüklü Dişlerdeki Universal Bondun FTIR Analizi.....	55

## TABLolar DİZİNİ

<b><u>Tablo No</u></b>	<b><u>Sayfa No</u></b>
<b>Tablo 2.1.</b> Ünİversal Adeziv ve Dentinin Parmak İzi Pikleri Dalga Boyları.....	24
<b>Tablo 3.1.</b> Kullanılan Bondlar ve Dental Kompozit .....	28
<b>Tablo 3.2.</b> Grup Dağılımları.....	29
<b>Tablo 4.1.</b> Asitleme Tekniklerine Örnek Sayısı ve Makaslama Bağlanım Dayanımları Ortalamalarına (MPa) Göre Duncan Analizi .....	38
<b>Tablo 4.2.</b> Örneklerin Gruplara Göre Ortalama Makaslama Dayanım Değerleri (MPa) ve P Değerleri .....	39
<b>Tablo 4.3.</b> Bondların Örnek Sayısı ve Makaslama Bağlanma Dayanım Testi Ortalama (Mpa) Değerleri.....	40
<b>Tablo 4.4.</b> Asitleme Tekniğine Göre Örnek Sayısı ve Duncan Test Sonuçları.....	41
<b>Tablo 4.5.</b> Bondların Asitleme Yöntemlerine Göre Ortalama Değerleri ve P Değerleri .....	41
<b>Tablo 4.6.</b> Bütün grupların FTIR verileri ortalamaları ve birbirleriyle kıyaslanması.....	42
<b>Tablo 4.7.</b> Makaslama Bağlanım Dayanımı ve FTIR Analizinin Birbiriyle Spearman Who Testiyle Kıyaslanması .....	45

# 1. GİRİŞ

Diş rengi restoratif materyallerin diğer restoratif materyallere göre daha çok tercih edilmesiyle birlikte konservatif diş hekimliği gelişmeye başlamıştır<sup>1</sup>. Konservatif diş hekimliğinin devamlı gelişmesiyle adeziv teknolojisi daha da önem kazanmıştır<sup>2</sup>.

Adeziv bağlanma, uygulanacak yüzeye<sup>3</sup>, adezivin tipine<sup>4</sup>, ortamın nemliliğine<sup>5</sup>,<sup>6</sup> ve uygulayıcının adeziv prosedürünü başarabilmesi<sup>7</sup> gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Diş hekimliğinde adezivlerin bağlanması birbirinden iki farklı doku olan mine ve dentine olmaktadır. Minenin büyük bir kısmı hidroksiapatit kristallerinden oluşmaktadır ve nemli bağlanma prosedürü gerekmemektedir. Bunun aksine dentin daha kompleks yapıdadır. Dentin hem inorganik hem de organik (kollajen fibriller gibi) yapılardan ve sudan oluşur. Sonuç olarak dentine iyi bir adezyon için kollajen matriksin bozulmadığı ve rezin infiltrasyonuna izin veren ideal nemli bir ortam sağlanmalıdır<sup>3,8</sup>.

Dental adeziv sistemlerin klinik olarak uygulandığı üç ana içeriği vardır. Bunlar etching (asitleme), priming (kondisyonlama) ve bondingtir (yapıştırma)<sup>9</sup>. Asitleme asitin uygulandığı yüzeyi demineralize etmek için uygulanır. Priming asitlenmiş yüzeyin adeziv uygulanmadan önce hazırlanması için uygulanır. Bonding ise hidrofobik rezinin, hazırlanmış mine ve dentin yüzeyine uygulanmasıdır. Asitleme, tekniğe göre asit ayrı olarak saf bir formda veya asidik fonksiyonel monomer olarak uygulanabilir<sup>3,4</sup>.

Üniversal veya multi-mod adezivler adeziv diş hekimliğinde son zamanlarda yapılan yeniliklerdendir. Bu materyaller bütün komponentleri tek bir şişede toplayarak uygulamayı basitleştirmişlerdir. Üniversal adezivler hem self etch hem de etch and rinse tekniğiyle kullanılabilirler. Yine de basitleştirilmiş uygulamaların laboratuvar çalışmalarında daha güçsüz bağlara ve uzun dönem ağız içi çalışmalarda daha çok başarısızlığa uğradığı bildirilmiştir<sup>10</sup>.

Son yıllarda yapılan çalışmaların büyük bir kısmını restoratif tekniklerin ve materyallerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar oluşturmaktır. İdeal bir estetik restoratif materyal mutlaka mine ve dentine adezyonla bağlanmalı, mümkün olduğunca düzgün bir yüzeye sahip olmalıdır. Rengi stabil olmalı, mikrosızıntı ve pulpada toksik reaksiyonlara neden olmamalıdır <sup>11</sup>.

Kayıp diş yapısını restore etmek amacıyla birçok adeziv geliştirilmiştir <sup>12</sup>. Adeziv ajanlarını kullanmaktaki en önemli amaçlar; rezin ile diş yapısı arasındaki bağlanma dayanımını geliştirmek, restorasyonun retansiyonunu arttırmak, diş dokusu ve rezin arasındaki mikrosızıntı oluşumunu azaltmak ve oklüzal stresleri dağıtmaktır <sup>13</sup>.

İn-vitro çalışmalarda termosiklus ağız içinde ısı değişimlerini taklit ettiği için sıklıkla tercih edilir. Termosiklus yaşlandırma yöntemi olarak sıkça kullanılmaktadır. Bazı araştırmacılara göre diş yapısı ile restoratif materyal arasında termal genleşme katsayısındaki farklılık diş/restorasyon ara yüzeyinde yıkımlara neden olabilir <sup>14</sup>. Termosiklus deneyinde uygulamanın sıklığı ve saklama sıcaklığı biyomateryallerin özelliklerini etkilediği bildirilmiştir <sup>15</sup>. Diş hekimliğinde termosiklus deneylerinde ISO11405 standartlarına göre ağız içi dinamiklerin taklidi için suda 5<sup>0</sup>-55<sup>0</sup> arasındaki sıcaklıkta minimum 500 döngü yapılması önerilmektedir <sup>16-18</sup>. Bununla birlikte pek çok araştırmacı 500 döngünün doğru bir yaşlandırma için yetersiz olduğunu bildirmişlerdir <sup>19-21</sup>. Son 15 yılda yapılan çalışmalarda termal döngü sayısı 100'den 100.000' e kadar çeşitlilik göstermektedir <sup>22</sup>. 5.000 siklusun altı aylık gerçek çiğneme fonksiyonuna denk geldiği bildirilmiştir <sup>19</sup>.

Bu çalışmada, restoratif diş hekimliğinin en önemli unsuru ve adezyonun çok değerli bir parçası olan adezivlerin mekanik ve fiziksel olarak kıyaslanması yapılacaktır. Son dönemde adeziv diş hekimliğinin önemli bir unsuru haline gelen ışıkla polimerize olan universal adezivler ile kendinden sertleşebilen yeni bir adezivin fiziksel olarak

kıyaslanması için dentine makaslama bağlanma dayanımı ve adezivlerin dişlerin dentin dokusuna ne kadar invaze olduğu FTIR analizi yoluyla bakılacaktır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Adezyon

Adezyon “iki farklı materyalin” sıkı temas halinde bir arada kalması şeklinde tanımlanmaktadır. Kohezyon ise aynı materyalin atomları arasındaki bağlanma şeklidir. Bu iki kavram birbirinden farklıdır.

### 2.2. Adezyon Türleri

Mekanik Adezyon: Adezivin bağlanma sağlanacak yapıya (substrat) veya bağlanılacak materyalin (adherend) yüzeyindeki düzensizlikler içerisine kenetlenmesidir. Bu kenetlenmede geometrik ve reolojik etkenler söz konusudur<sup>23</sup>. Geometrik etkenleri yüzey pürüzlülüğü veya mikroskobik olarak oluşan poroziteler oluşturur. Reolojik etkenleri ise materyalin akışkanlık özelliğinden dolayı bir çıkıntı etrafına akarak ve büzülerek tutunması oluşturur<sup>24</sup>.

Adsorpsiyon Adezyonu: Adeziv ile adherend arasındaki kimyasal bağlanmadır. Bu bağlanmayı sağlayan kuvvetler primer (iyonik ve kovalent) veya sekonder (hidrojen bağları, iki kutuplu etkileşim veya van der Waals bağları) kuvvetler olabilir<sup>23</sup>.

Difüzyon Adezyonu: İki polimerin, arayüzdeki polimer zincir uçlarının difüzyonu vasıtasıyla gerçekleştirdiği, hareketli moleküller arasındaki bağlanmadır<sup>23</sup>.

Elektrostatik Adezyon: Farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında elektrostatik etkileşimler sonucu gerçekleşen, oldukça zayıf bir bağlanma biçimidir<sup>24</sup>. Bir metal ile bir polimerin arayüzündeki çift katlı elektriksel tabakadır<sup>23</sup>.

### 2.3. Adezivler

Dental adezivler kompozit reçine ve diş sert dokuları arasındaki etkileşimi sağlarlar.<sup>25</sup> Adezivler hem hidrofilik hem de hidrofobik gruplardan oluşurlar. Hidrofilik grup dental sert dokuların ıslanabilirliğini artırırken hidrofobik kısım ise restoratif materyalin diş sert dokusuyla etkileşimini sağlar<sup>26</sup>.

### 2.3.1. Adezivlerin Tarihçesi

Dental adezivlerin hikayesi 1949'larda İsveçli kimyager Dr. Hagger tarafından bir hastanın dişinin sadece dentin tabakasına uygulanmasıyla başlamıştır. Hagger 1951'de "Sevriton" denilen kimyasal iyileştirici bir kavite örtücüsünün patentini almıştır. Bu rezin madde gliserol fosforik asit dimetakrilat yapıştırıcısı içermektedir. Bu adeziv sulfonik asitle polimerize olmakla birlikte daha sonra "Sevriton Kavite Örtücüsü" olarak bilinecekti. Adezivin işlevi, asidik monomerin dağlama kapasitesiyle diş sert dokularına etki ederek restorasyon ve diş arasındaki fiziksel ve kimyasal bağ kurma prensibine dayanmıştır. Hagger'in bu konsepti daha sonra araştırmacılar tarafından adezivlerin geliştirilmesi için ele alındı <sup>27</sup>. 1952'de "Sevriton" materyalinin diş yapısına kimyasal olarak bağlandığı Mclean ve Kramer tarafından kabul edildi <sup>28</sup>. Dentin yapısının asidik monomerle değiştirilebildiğinin kanıtı olan bu rapor hibrit tabaka konseptinin öncüsü olarak öngörülebilir <sup>28</sup>. 1954'te Buonocore mine üzerinde adezivle restorasyon materyali elde etmek için asitle mine yüzeyini değiştirme çalışmalarını başarıyla yapmıştır. 1955'te Buonocore mine yüzeyine %85'lik fosforik asit uygulayarak bağlanma için uygun bir yüzey oluşturmuş ve pit ve fissurlere akrilik rezinin bağlanma gücünü arttırmıştır <sup>29</sup>. 1968'e kadar asitle dağlama mekanizması, Buonocore, Matsui ve Gwinnett'in asitle dağlama sonrası oluşan prizma benzeri oluşumlarla rezinin oluşturduğu taglardan bahsedene kadar kabul edilmemişti <sup>30</sup>. Bunun sebebi rezin tagların asitlenmemiş minede daha önceden görülmemiş olması olarak görülebilir. Buonocore mine üzerindeki pürüzlendirmenin bağlanmaya etkisinin aynısını dentin de olabileceğini teori olarak 1960'ların sonuna doğru sunmuştur <sup>31</sup>. Bununla birlikte dental adezivlerin diş ve restoratif materyal arasında daha da güçlü bağlantı sağlayan formları geliştirilmeye başlanmıştır. 1970'lerde ilk defa SEM mikroskopunda "smear tabakası" Eick tarafından bulunarak adezyonu engellediği bildirilmiştir <sup>32</sup>. Smear tabakasının bulunmasıyla "Total



Etch'' konsepti de kullanılmaya başlanmıştır. 1980'lerde ''Etch and Rise'' tekniği yaygın olarak kabul edilmiştir. 1982'de Nakabayashi, ilk olarak ''Hibrit Tabaka'' dan bahsetmiştir. Nakabayashi rezinin asitle dağlanmış dentine infiltre olarak kollajen fibrilleriyle destekli rezin matriks yapısını göstermiştir. 1990'ların erken dönemlerinde 3 aşamalı total etch adezivler büyük bir evrim olarak kabul ediliyordu. 1990'ların sonuna doğru 2 aşamalı total etch adezivler ve 2 aşamalı self etch adezivler piyasaya sürülmüştür. Adezivler, tarih boyunca basitten kompleks, çok basamaklı ürünlere doğru evrildikten sonra tekrar uygulaması kolay, teknik hassasiyeti azaltılmış basit ürünlere doğru dönmüştür.

### **2.3.2. Adezivlerin İçeriği**

Adeziv sistemler asit, primer ve bond olmak üzere üç ana kısmından oluşur.

- 1) Asit: Total etch tekniğinde asit olarak %35-37 fosforik asit kullanılır. Dentin ve mineyi primer için hazır hale getirir. 7.5 mikrona kadar mikroporlar oluşturarak mikromekanik bağlantı için rezin taglar oluşturur. Self etch tekniğinde bonding ajanındaki asidik monomerler hem asit hem de primer olarak görev alırlar.
- 2) Primer: Primer hidrofilik monomerlerden oluşur. Genellikle suda çözülebilir bir çözücüyle (aseton, etanol, su) taşınarak hidrofilik dentin içine akıp penetre olarak bondun bağlanma gücünü artırır. Self etch teknikte bonding ajandaki asidik monomerler primer görevi görür.
- 3) Bonding Ajan: Kompozitin rezin matriksi ile dentin arasındaki ince tabaka olarak tanımlanabilir. Adezivler hidrofilik rezin primer ve hidrofobik rezin kompozit arasındaki bağlantıyı sağlarlar. İyi bir kapama ve retansiyon için düzgün bir polimerizasyon gereklidir.

- 4) Doldurucular: Kuvvet dengeleyicisidirler. Film kalınlığının artmasına sebep olabilirler.
- 5) Çözücüler: Bonding ajanın ağız içinde buharlaşma oranını ayarlar. Bonding ajanları çözücüler buharlaşmadan önce hızlıca yayılmalıdır. Çözücülerin buharlaşma hızları sırasıyla en hızlıdan en yavaşına doğru aseton, etanol ve sudur<sup>33</sup>.

#### **2.4. Adezivlerin Mine ve Dentine Bağlanma Mekanizması**

Adezivın yüzey gerilimi, mine ve dentinin diş adezyon için dişin yapısındaki inorganik maddenin sentetik rezinle yer değiştirmesi gereklidir<sup>1, 34, 35</sup>. Bu durum iki fazdan oluşur. İlk fazda kalsiyum fosfatlar kaldırılır ve ortaya mikroporlar çıkar. İkinci fazda ise oluşan mikroporlara rezin infiltrasyonu sağlanır ve o alanda rezin polimerize olur<sup>1</sup>. Mine yüzeyi düzdür ve plakla kaplıdır. Bu durumdan dolayı diş yüzeyi ile kompozit rezinin yakın teması imkansız hale gelmektedir. Mine bu nedenden ötürü adeziv teması için uygun hale getirilmelidir. Mine ile adeziv arasındaki etkileşim, asitin minenin yüzeyinde mikroporlar oluşturmasıyla sağlanır. Bu porlara rezin monomerler infiltre olur<sup>36</sup>. Minenin inorganik içeriği dentine göre fazla olmasından dolayı asit uygulamasına daha dirençlidir. Bu nedenle mineye adezyonun yeterli olabilmesi için self etch uygulamalarında asitleme gerekmektedir<sup>37, 38</sup>. Silverstone ve ark. minede yeterli retansiyon için %30-40'luk fosforik asit uygulamasını önermişlerdir<sup>39</sup>. Mineye asit uygulanmasıyla, mikroskobik düzeyde pürüzlülük sağlanarak prizmatik ve interprizmatik mineral kristallerini ortadan kaldırılır. Asit uygulanan mine yüzeyinin ıslanabilirliği artar ve bu şekilde rezinin infiltrasyonu artar<sup>40</sup>. Mine yüzeyine asit uygulanmasının diğer bir olumlu yanı ise plak inhibisyonudur. Yüzeydeki mikroorganizma sayısında anlamlı düzeyde bir azalma görülür<sup>41</sup>.

Dentin dokusu mine dokusundan yüksek miktarda su içermesi ve büyük bölümü tip 1 kollojen olmak üzere fazla miktarda organik madde içermesiyle ayrılır. Dentin dokusunun nemli olması adezyon açısından sorun teşkil eder. Dentin sıvısının miktarı dentin tübüllerinin yoğunluğu, dentinin derinliği ve lokalizasyonuna göre değişir <sup>42</sup>. En nemli bölge pulpaya en yakın olan bölgedir. Sıvı konsantrasyonunun en düşük olduğu yer ise mineye en yakın olan kısmıdır. Dentinin bu sıvı içeriğinden dolayı adezivin görevini yapabilmesi için mutlaka hidrofilik olması gerekir <sup>43</sup>.

Deminerale olan dentine rezin infiltrasyonu ile hibrit tabaka oluşur. Oluşan rezin taglar sayesinde rezin ile deminerale dentin arasında mikromekanik tutunma sağlanır <sup>44</sup>. Rezin tagların bağlanma gücüne etkisi intertübüler dentine bağlıdır. Dentin tübüllerinin dağılımı ve dentin derinliği bağlanmayı etkiler <sup>45</sup>. Rezinin dentin tübüllerine penetrasyonundan ziyade tübüllerin iç duvarlarına adaptasyonu bağlanmayı daha efektif olarak etkiler <sup>44-46</sup>.

Kabul edilebilir bir dentin adezyonu için rezinin ekspoz olmuş kollajen tabakaya sızarak bir hibrit tabaka oluşturması gereklidir. Bu hibrit tabaka açığa çıkmış dentin tübüllerine infiltre olmuş rezinin oluşturduğu rezin taglar ile oluşur <sup>47</sup>.

İyi bir adezyon için adeziv ve bağlanma sağlanacak yapı (mine veya dentin) arasında yakın temas bulunmalıdır. Adezivin yüzey gerilimi, mine ve dentinin yüzey enerjisinden düşük olmalıdır. Rezinlerin diş sert dokularına bağlanmasındaki en önemli problemlerinden biri, metakrilat bazlı rezinlerin serbest radikal polimerizasyonu sırasında gerçekleşen büzülme gerilimidir <sup>48</sup>. Bu nedenle, adezivler rezinin büzülme gerilimine karşı koyabilecek güçlü bir bağlanma sağlamalıdır <sup>49</sup>.

## 2.5. Adezivlerin Sınıflandırılması

### 2.5.1. Adezivlerin Jenerasyonlara Göre Sınıflandırılması

Jenerasyon sınıflaması adeziv ajanların kompleksliğinden dolayı adezivlerin ne zaman ve hangi sırayla üretildiğinin belirlenmesi için kullanılmıştır.

#### 1. Jenerasyon

İlk jenerasyon adeziv sistemler Buonocore tarafından 1956' da gliserofosforik asit dimetakrilat (NPG-GMA) içeren rezinin asitle dağlanmış dentine adezyonunu göstermesiyle bildirilmiştir <sup>50</sup>. Bu adeziv ajanlar hidroksiapatite iyonik olarak veya kollajene kovalent olarak bağlanmak üzere üretilmişti. Bununla birlikte su emisyonu bağlanma gücünü oldukça düşürmüştür. Dokuz yıl sonra Bowen bu sorunu çözmek için NPG-GMA'yı primer veya adezyon başlatıcısı gibi birleştirici ajan olarak kullanmıştır. Bu jenerasyonun klinik sonuçları oldukça başarısızdı. 1-3 MPa aralığındaki bağlanma gücüyle en zayıf jenerasyon olarak kabul edilir <sup>51</sup>.

#### 2. Jenerasyon

1970' lerin sonuna doğru birinci jenerasyon adezivlerdeki birleştirici ajanların geliştirilmesiyle ikinci jenerasyon adezivler ortaya çıkmıştır. 2. jenerasyon adezivlerde öncelikli olarak polimerize olabilen fosfatlar bis-GMA rezinlere eklenerek rezinin mineralize diş dokusundaki kalsiyuma bağlanmasını desteklemiştir <sup>51,52</sup>. Bu jenerasyonda bağlanma mekanizması kalsiyum ve klorofostat tuzları arasındaki iyonik bağ kurulmasını içerir. Bu iyonik bağ tükürük ve dentin içindeki sudan etkilenecek ayrışmaktaydı ve adezyonun bozulmasına mikrosızıntılara neden olmaktadır. Smear tabakası hala kaldırılmamıştı ve güvenilir olmayan bir bağlanmaya sebep olmaktadır <sup>52</sup>. Bu jenerasyon adezivlerin 4-6 MPa'lık zayıf bağlanma gücü nedeniyle kullanılması uzun sürmedi <sup>51</sup>.

#### 3. Jenerasyon

1970'lerin sonu 1980'lerin başına doğru 3. Jenerasyon adezivler üretilmeye

başlandı. 3. jenerasyonlarda dentinin asitlenmesiyle smear tabakasının kaldırılması veya modifiye edilmesi ortaya sürüldü <sup>51</sup>. Dentinin asitlenmesiyle dentin tübülleri açıldı ve asitin tamamen yıkanmasından sonra primer uygulandı. Primer uygulanmasından sonra doldurucu içermeyen rezin dentin ve mineye uygulandı. Tao ve ark. <sup>53</sup> bu jenerasyondaki bağlantının zayıf olmasını doldurucusuz rezinin smear tabakasına iyi bir şekilde penetre olamamasına bağlamıştır. Bağlanma dayanımı 10-14 MPa olarak bildirmiştir <sup>54, 55</sup>.

#### 4. Jenerasyon

1980 ve 1990'larda 4. jenerasyon adezivler üretilmeye başlandı. Bu jenerasyonda smear tabakası tamamen ortadan kaldırıldı ve halen dentin adezyonunda altın standart olarak kabul edilmektedir <sup>51</sup>. Bu konsept asit, primer ve bondtan olmak üzere üç ayrı bileşenden oluşmaktadır. Total etch kavramı ve 4. nesil adezivlerde mine ve dentin aynı anda fosforik asitle dağlanır. Kollajen bozulmasından kaçınmak için dentin mutlaka nemli bırakılmalıdır. Hidrofilik primer uygulanması açığa çıkan kollajen ağa primerin infiltre olmasıyla hibrit bir tabaka oluşturulur <sup>51, 56</sup>. Hibrit tabaka dentin ve minenin yüzeyel tabakasına rezinin infiltre olmasıyla oluşur. İdeal bir hibridizasyonun amacı sızdırmaz bir dentin kaplaması oluşturmaktır <sup>57</sup>. Uygulaması oldukça hassas olan bu jenerasyonda bağlanma kuvveti 20 MPa'ya kadar ulaşmakta ve önceki sistemlere göre önemli bir şekilde mikrosızıntı azalmıştır <sup>29</sup>. Doğru uygulandığı zaman diğer tüm sistemlere göre en uzun dayanımlı klinik kayıtları tutulmuştur. Neredeyse tüm adezyon protokollerine (direkt, indirekt, self-cure, dual-cure veya light-cure) uygundur. Halen yeni bir sistemin araştırılması için standartları belirler. Buna rağmen karışık olması ve pek çok uygulama basamakları nedeniyle hekimler daha basit uygulama teknikleri olan adeziv sistemler talep etmeye başlamıştır. Bu jenerasyonda bağlanma gücü 18-30 Mpa olarak ölçülmüştür <sup>55, 58</sup>.

## 5. Jenerasyon

1990'larda 5. jenerasyon adezivler 4. Jenerasyonun uygulama basamaklarını azaltma, demineralize dentindeki kollajen bozulmasının önüne geçmek ve post operatif hassasiyetin önüne geçme amacıyla üretilmiştir<sup>51,59,60</sup>. Bu sistemde primer ve adeziv tek bir şişede uygulanmıştır. Mine ve dentin aynı anda(total-etch tekniği) 15-20 sn olmak üzere %35-37 fosforik asitle dağlanır. Bağlanma mekanizmasında rezin taglar, adeziv lateral dallar ve hibrit tabakası oluşumuyla asitlenmiş dentin ile mekanik bağlanma oluştururlar. Bunun sonucunda mine ve dentinde yüksek bir bağlanma gücüne ulaşırlar ( 3-25 MPa)<sup>61</sup>.

Bu jenerasyonda uygulama süresi daha kısa olduğu için suya maruziyeti daha az gibi düşünülse de 4. jenerasyon adezivlerde hidrofilik olan primere bağlanan hidrofobik rezin su emilimine daha az maruz kalır. Bu yüzden 5. nesil adezivlerin hepsi dual-cure veya self-cure kor materyalleriyle uyumlu değildir. Yapılan uzun dönemli klinik araştırmalarda 5. jenerasyon adeziv ajanların yüksek bağlanma kuvvetleri olduğu bildirilmiştir.

## 6. Jenerasyon

1990'ların sonu ve 2000' li yılların başında "self etch" adezivler olarak üretilmiştir. Bu jenerasyonda asitleme elimine edilmek istenilmiştir. Asitleme işlemini diğer basamakların içine alan bu sistemde dişe öncelikle asidik primer uygulanır. Daha sonra ayrı bir şişeden adeziv veya asidik adeziv dişe uygulanır. Burada önemli olan primer ve adezivin uygulama işleminden hemen önce hızlıca karıştırılmasıdır<sup>62</sup>. Sonuç olarak bu nesil tek bir solüsyonun dişe uygulanabilmesiyle karakterize olmuştur<sup>51</sup>. En büyük avantajı total etch sistemlerine göre bağlanma gücünün sudan daha az etkilenmesidir<sup>56</sup>. Dezavantajı olarak da dentine bağlanması yeterli olarak görülse de mineye bağlanımı güçsüz bulunmuştur. Bu durum, 6. nesil adeziv ajanın sürekli

yenilenmesi gereken bir asidik çözültiden oluşması ve mineyi etkili şekilde pürüzlendiremeyen bir pH'ya sahip olmaları durumu ile açıklanabilir <sup>63</sup>. Sorunun çözülmesi için mine için selektif asitleme önerilmektedir. Ancak sadece minenin asitlenmesinin uygulama olarak zor olmasından ötürü dentinde fazla asitlenmesine neden olabilir. Bu da demineralizasyon sahasının fazla ve derin olmasına, dolayısıyla da primerin o alanlara tamamen penetre olamamasına sebep olur <sup>56</sup>.

6. nesil adeziv sistemler ile elde edilen bağlanma gücü, adezivlerin etkin bileşimlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bazı iki basamaklı self-etch adezivlerin bağlanma gücü 4. ve 5. nesillerin bağlanma dayanımına yaklaşırsa bile, genellikle daha düşük bağlanma kuvveti ve dayanımı gösterirler <sup>64</sup>.

#### 7. Jenerasyon

7. jenerasyon adeziv sistemler 1999'un sonlarına 2005'in de erken dönemlerine doğru tanıtılmıştır. Bu sistemde bütün aşamalar tek bir şişede toplanmıştır <sup>56, 65</sup>. Bütün aşamaların tek şişede toplanması komponentleri karıştırmayı elimine etmesi, diğer sistemlerin komplike kısımlarını pas geçmesinden dolayı prosedürü oldukça basitleştirmiştir. 5. nesil sistemler için tek basamaklı sistemler denilse de, aslında sadece 7. nesil adezivler bu sınıflamaya aittir. Bu kategoride adezivler hidrofilik ve hidrofobik bileşenlerin karışımından oluşur <sup>66</sup>.

Kolay uygulanması ve aşırı teknik hassasiyet gösterme gerektirmemesi gibi avantajlarının yanında pek çok dezavantajları da vardır. Çözültülerin bir arada olmasından dolayı faz ayrılmasına ve adeziv tabakalarının arasında damlacık oluşmasına yatkındırlar <sup>66</sup>. Bu adeziv tabakalar, yarı geçirgen zarlar gibi davranarak çift yönlü su geçişine izin verirler <sup>67, 68</sup>. Ayrıca, bu jenerasyon adezivler 4. ve 5. jenerasyon adezivlerden daha düşük bağlanma kuvvetine sahiptirler <sup>68, 69</sup>.

## 8. Jenerasyon

2010 yılında Amerika’da nano partikül doldurucu içeren adeziv ajanlar 8. nesil olarak tanıtıldı <sup>70</sup>. Bu jenerasyonda eklenen ortalama 12 nm boyutunda olan doldurucular hem rezinin daha iyi penetre olmasını hem de hibrit tabakasını kalınlaştırarak adeziv sistemin mekanik performansını arttırmıştır <sup>71, 72</sup>. Nano dolduruculu nano adezivlerin daha iyi bir mine ve dentin bağlanmasıyla beraber stres emilimine yardımcı olma ve uzun raf ömrü gibi avantajları vardır <sup>73</sup>. Üretici firmaya göre nano partiküller çapraz bağlar oluşturarak boyutsal değişiklikleri azaltırlar <sup>71,72</sup>. Nano doldurucuların boyutu ve adezive katılma metodu adezivin viskozitesini etkileyerek rezin monomerin kollajen fibrillere girişini etkiler <sup>72</sup>.

### **2.5.2. Adezivlerin Smear Tabakasına Göre Sınıflandırılması**

Diş sert dokuları, döner bir frez ile prepare edildikten sonra diş yüzeyinde oluşan ve organik ve inorganik bileşenlerden oluşan debris ‘smear tabakası’ adı verilir. Yapısında bakteri, tükürük, kan, inorganik dentin parçacıkları, denatüre kollajen parçacıkları, hidroksiapatit kristalleri, odontoblast uzantıları bulunmaktadır <sup>55, 74, 75</sup>. Bu tabaka dentin tübüllerinin ağzında biriktiğinde ‘smear tıkaçları’ denilen yapıları oluşturur. Smear tabakası ve tıkaçları dentin için doğal bir bariyer görevi görürler ve dentinal sıvıların hareketini %80-90 oranında, diffüzyonunu ise %25-30 oranında azaltırlar <sup>76-78</sup>.

Smear tabakası veya smear tıkaçları asidik solüsyonlar yardımıyla uzaklaştırılabilir. Tıkaçların açılmasıyla dentin sıvısı açığa çıkan dentin yüzeyine yönelir. Bu sıvı dentin tübüllerinin içinde rezin taglar oluşturulsa bile hidrofobik olan rezinin hidrofilik yapılara bağlanmasına izin vermezler <sup>79</sup>.

Günümüz adeziv sistemleri smear tabakasının modifiye edilmesi veya tamamen kaldırılması üzerine kategorize edilmiştir.



Smear tabakasının üzerine herhangi bir işlem yapılmadan uygulanan sistemler 1. ve 2. jenerasyon adezivlerdi. Bu sistemde adeziv sistem direkt olarak smear tabakasına bağlanmaktaydı. Ancak bağlanma kuvvetlerinin düşük olmasından dolayı kullanımdan çıkarılmıştır<sup>24</sup>.

Etch and rinse adeziv sistemler smear tabakasını tamamen ortadan kaldırırlar. Smear tabakasının ortadan kaldırılmasıyla dentin hassasiyeti, bakteri invazyonu ve uygulanan asitlerden dolayı pulpa sitotoksitesine neden olabilmektedir<sup>24, 75</sup>.

Self etch adeziv sistemler smear tabakasını modifiye eden sistemlerdir. İçeriklerindeki zayıf asidik primer, dentini ve smear tabakasını az miktarda demineralize ederler. Hibrit tabakasını rezin, dentin tübülleri ve smear tabakası oluştururlar<sup>75</sup>.

### **2.5.3. Adezivlerin Klinik Basamaklara Göre Sınıflandırılması**

#### **2.5.3.1. Etch and Rinse Dental Adeziv Sistemler**

Etch and rinse adeziv sistemler gelişmiş rezin bonding sistemlerin en eskisidir. Asitleme, primer ve ayrıca adeziv uygulanmasından oluşmaktadır. Her bir basamak sırayla uygulandıktan sonra iyi difüze olmuş hibrit tabaka oluşmasını sağlar. Etch and rinse adeziv sistemleri asitlemeyi takip eden yıkama sonucunda smear tabakasının tamamen ortadan kalkmasıyla karakterizedir. Minenin asitlenmesiyle selektif olarak mine prizmaları çözülerek makro ve mikro porlar oluşur. Oluşan bu porlara hidrofobik adeziv ajanlar dahi rahatlıkla penetre olurlar<sup>80</sup>. Bu bağlanma, dental dokularda gerçekleşen en kuvvetli bağlanmadır<sup>81</sup>. Dentinin yapısından dolayı dentine bağlanma daha komplikedir.<sup>35</sup> Asitlemeyle 3-5 İm derinliğinde demineralize olan dentinde kollajen fibrilleri ortaya çıkar<sup>24</sup>. Daha sonraki aşamada hidrofilik özellikteki içeriği (2-Hydroxy ethyl meth-acrylate-HEMA) ve çözücülerden (aseton, etanol, su) oluşan primer uygulanır. HEMA ıslanabilirliği ve asitten bozulmuş kollajen fibrilleri düzenlerken çözücüler de dentin yüzeyindeki suyun yerine geçerek adeziv rezinin infiltrasyonu için

ortamı hazırlar <sup>35</sup>. Adeziv aşamasında çözücü içermeyen adeziv rezin hazırlanmış bu yüzeye uygulanır. Hidrofobik monomerler inter fibriler bölgeye ve dentin tübüllerine infiltre olurlar. İnfiltrasyondan sonra hidrofobik monomerler dokuların içinde polimerize olmaya başlayarak hibrit tabaka oluşmasını sağlarlar. Oluşan bu hibrit tabaka dentin tübüllerinin içindeki rezin taglar ile kompozit rezin arasında mikromekanik bağlantıyı oluşturur <sup>82</sup>. Üçlü sistemlerden primer ve adezivin birlikte olduğu iki basamaklı adezivlere geçişle demineralize dentine infiltrasyonda azalma olmuştur. İdeal olan hibrit kalınlığından uzaklaşmıştır <sup>83</sup>. Bununla birlikte suya daha duyarlı hale gelmişlerdir. Bazı adezivlerdeki solventin uçurulması çok zor olduğu için solvent, adeziv tabakasına karışarak saflığı bozar <sup>84</sup>. Etch and rinse tekniği uygulama açısından kritik ve hassastır. Dentin fazla kurutulduğunda demineralize olan kollajenlerin bozulmasına ve monomer difüzyonunun azalmasına neden olur. Bunun sonucunda uygun olmayan bir hibrit tabakası formu oluşur. Fazla ıslak bırakılan dentinde ise adezivin hidrofobik ve hidrofilik komponentleri ayrışma oluşur ve rezin ve dentin arasında globüler damlacıklar oluşur <sup>85</sup>. Fazla nemli olan dentin tamamlanmamış monomer polimerizasyonuna ve hibrit tabakada su emilimine neden olur. Bu etkilerin sonucunda kalitesiz bir bağlanma ve erken bir bozulma görülür <sup>86</sup>. Bununla birlikte fazla kurutma veya fazla nemli bırakmanın kontrolünün bir standardizasyonu yoktur. Bu yüzden diş asitlenip yıkandıktan sonra yüzeyi nazikçe kurutulmalıdır. Minede opasite olana kadar dentinde ise parlaklığı gidip donuk bir görünüm elde edilene kadar kurutulmalıdır <sup>87</sup>. Etch and rinse tekniği her ne kadar uzun dönem iyi bir klinik performans gösterse ve dentine adezyonda altın bir standart olarak kabul edilse bile nano sızıntıyı engellemede yeterli değildir <sup>35</sup>.

### **2.5.3.2. Self Etch Dental Adeziv Sistemler**

Self etch sistemler teknik hassasiyetin önüne geçmek, total etch sistemini basitleştirmek, uygulama zamanını azaltmak ve nem kontrolünü sağlamak için

üretmişlerdir <sup>88</sup>. Self etch adezivler kendi içinde uygulama basamaklarına göre ikiye ayrılır. İki basamaklı self etch adezivler iki ayrı komponente sahiptir. İlk şişe primer ve asit, ikinci şişede ise hidrofobik rezin bulunur. Sulu asidik solüsyondan oluşan primer çeşitli vinil monomerler içerir (asidik, hidrofilik ve hidrofobik monomer). Bu monomerler; dentine, dental dokulara infiltre olup dokuları asitler ve hibrit tabaka oluşturması için rezine yer açarlar. Tek şişe self etch adezivler self etch primer ve adeziv ajandan oluşurlar. Tek şişe adezivler de kendi içinde iki komponentli ve tek komponentli olmak üzere ikiye ayrılırlar. Aktif içeriğin ayrı tutulduğu iki komponentli self etch adezivler daha uzun raf ömrüne sahiptirler. Ancak bu komponentlerin karıştırılması gereklidir. Tek komponentli adeziv sistemler ise gerçek “all in one” olarak bilinirler. Karıştırma gerekli değildir <sup>89</sup>.

Genel olarak self etch sistemlerin içeriği fosforik asitten daha yüksek pH' a sahip asit ile fonksiyonel monomerlerin sulu çözeltisinden oluşurlar. Bu yüzden self etch adezivler asiditelerine göre de sınıflandırılırlar. Yüksek asitli ( $pH \leq 1$ ), orta ( $pH = 1.5$ ) ve hafif ( $pH \geq 2$ ) olmak üzere üçe ayrılırlar <sup>90</sup>. Hafif asitli self etch adezivler dentinde sadece yüzeysel mineyi demineralize edip hidroksiapatit kristallerini kollajen fibrillerin etrafında bırakarak kimyasal reaksiyona hazır hale getirirler. Genellikle smear tıkaçları tam olarak kalkmaz ve ince bir hibrit tabaka oluşturur <sup>91</sup>. Bunun sonucunda post operatif hassasiyet daha az oluşur. Bununla birlikte güçlü asitli self adezivler total etchler kadar dentini demineralize ederler. Self etch adezivlerin içindeki hidrofilik monomer olan HEMA düşük moleküler ağırlığı sayesinde bir arada bulunan hidrofilik ve hidrofobik içeriklerin ayrışmasına engel olur. HEMA dentinin ıslanabilirliğini artırır.

Yapılan çalışmalarda self etch adeziv sistemlerin bağlanma süresi ve restorasyonun ömrü açısından yetersiz olduğu bildirilmiştir <sup>1</sup>.

### **2.5.3.3. Multimod Dental Adezivler**

#### **2.5.3.3.1. Işıkla Polimerize Olan Adezivler**

2011 yılından beri kullanılmaya başlanan multimod üniversal adezivler adeziv diş hekimliğindeki son yeniliklerdendir. Bu ajanların özelliği hem self etch hem de total etch gibi kullanılabilirlerdir<sup>92, 93</sup>. Bu yeni sistemin savunduğu düşünce diğer iki sistemi de içine alarak mevcut dokuya göre en basit uygulamanın yapılmasıdır.

Self etchlerin içeriğindeki asitlerin mineyi demineralizasyonunda yetersiz kalmasından dolayı mineye bağlanmada sorun yaşanılır. Bu durumun önüne geçmek için minenin selektif olarak asitlenmesi önerilir<sup>94, 95</sup>. Klinik olarak sadece mineye asit uygulanmasının zorluğundan dolayı dentine gelen fazladan asitin self etch adezivin bağlanmasını düşürdüğü bildirilmiştir<sup>96-98</sup>. Bu komplikasyondan kaçınmak için multimod bir adezivin uygulanmasının daha uygun olabileceği düşünülmektedir<sup>92, 93</sup>.

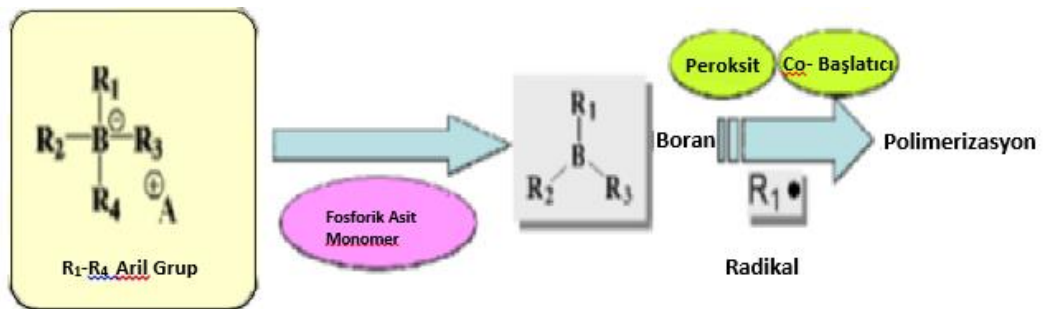
Adeziv sistemler arasında benzerlikler olsa da üniversal adeziv sistemler, içindeki kimyasal ve mikromekanik bağlar kurabilen monomerler sayesinde farklılıklar gösterirler<sup>93</sup>. Özellikle hidroksiapatit kristallerinin içindeki kalsiyuma iyonik bağ yapabilen özel karboksilat veya fosfat monomerleri sayesinde güçlü bir bağ kurarlar<sup>99</sup>. MDP (10-methacryolyloxydecyl dihydrogen phosphate) bu bahsedilen özel fonksiyonel monomerlerden olup daha önceki jenerasyon adeziv sistemlerde bulunmayan içeriklerden bir tanesidir. MDP üniversal adezivlerde bulunan ve üniversal sistemlerin her türlü asitlemede kullanılabilmesini sağlayan bir maddedir. Çözülmeyen kalsiyum tuzlarına bağlanarak güçlü bir adezyon sağlar. Bununla birlikte üniversal adezivlerin içeriğindeki biphenyl dimethacrylate (BPDM), dipentaerythritol pentaacrylate phosphoric acid ester (PENTA) ve polialkenoik asit kopolimer diş yapısına bağlantıyı arttırdığı bildirilmiştir<sup>100</sup>. Üniversal adezivlerin içinde bulunan hidrofilik (hydroxyethyl methacrylate-HEMA), hidrofobik (decandiol dimethacrylate-D3MA) ve ne hidrofilik ne de hidrofobik (bis-

GMA) monomer içeriğinden dolayı hidrofobik rezinle hidrofilik olan diş yapısı arasında çeşitli yüzey özelliklerinde bile köprü kurarak bağlantı sağlarlar. Bazı universal adezivlerde kompozit ve seramik bağlantıyı sağlayan silanizasyon basamağında kullanılan silan da bulunur.

Multimod adezivler self etch tekniğinin basitleştirme avantajıyla total etch sistemlerin bağlantı gücü avantajını birleştirerek 7. Jenerasyon adezivlerden daha yaygın kullanılabilir hale gelmiştir. Bununla birlikte üreticiler universal adezivlerin direkt ve indirekt restorasyonlarda kullanılabileceğini bildirmiş ve self-cure, light-cure ve dual-cure olarak rezin bazlı yapıştırıcılarla uyumlu olarak metal, zirkonya, porselen ve kompozite yapışacağını söylemişlerdir<sup>33</sup>.

#### 2.5.3.3.2. Yeni Işıksız Polimerize Olan Ünlversal Adeziv

Ünlversal adezivler denilince akla klinisyenlere uygulama aşamasında kolaylık sağlamaları, geniş kullanım alanları ve hem total-etch hem de self-etch modda kullanılabilmeleri gelmelidir<sup>92, 99</sup>. Üreticiler uzun yıllardır klinisyenlerin işini kolaylaştıracak yeni ürünler piyasaya sunmaktadır. Son olarak ışıksız, hava ile teması halinde polimerizasyonu başlayan bir ürün geliştirmişlerdir. Bu üründe borat başlatıcı olarak fosforik monomer (3D-SR) sayesinde ayrışır ve serbest radikaller üreten bir boran bileşiğine dönüştürülür. Bununla birlikte boran bileşiğinin bozunmasını hızlandıran bir peroksit içerir. Şekil 2.1’de bahsedilen ürünün polimerizasyonu başlatma reaksiyonu verilmiştir.



Şekil 2.1. Işıksız Kimyasal Polimerize Olan Bonding Ajanın Polimerizasyon Şeması<sup>101</sup>

## **2.6. Adezivlerin Polimerizasyonu**

Diş hekimliğinde neredeyse bütün rezin bazlı restoratif ürünler aynı polimerizasyon mekanizması ve monomer ailesinden temel alır. Monomerler; metakrilat ve vinildir. Polimerizasyon mekanizması ise serbest radikallerin birbirine bağlanmasıyla oluşur<sup>102</sup>. "Vinil" terimi, bir monomer molekülünün terminal ucunda görünen elektron bakımından zengin, karbon-karbona çift bağın varlığını ifade eder. Metakrilat ise "α" karbon atomuna kovalent olarak bağlanan metil grubuyla belirlenir. Metil metakrilatın radikal grubunun hidroksietil ile değişmesiyle hidroksietil metakrilata (HEMA) dönüşür. Radikal gruba başka bir metakrilat grubu eklendiğinde ise "Bis-GMA, TEGDMA ve UDMA" gibi dimetakrilat monomerleri oluşur<sup>103</sup>. Metakrilat - vinil grubunu daha sonra adezivlerin içindeki diğer metakrilatlarla bağlar oluşturmak için açılmak üzere bekleyen sıkıştırılmış bir yay gibi düşünmek gerekir. Bu yayın açılmasını sağlayabilmenin yolu agresif bir şekilde yüksek yoğunluklu elektron yeri arayan çok reaktif bir kimyasal türün oluşturulmasıdır. Serbest radikaller bu türlere örnektir. Radikaller normalde birbirleriyle bağ halindedir. Ancak bu bağ dışarıdan bir ısı, kimyasallar veya radyan enerjisi yoluyla ayrılabilir. Dışarıdan verilen bu enerjiyle ayrılan serbest radikal kararlı halde bulunan çift bağlı karbon atomuna etki eder ve bu şekilde polimerizasyon başlar. Serbest radikal, karbonun çift bağını kırıp bağlandıktan sonra karbonun bir bağı aktif hale geçer ve yeni bir serbest radikal oluşur. Bu durum zincirleme devam eder. Reaksiyon monomerlerin azalması veya rezin matrisin sıvı halden camsı katı hale geçmesiyle monomerin hareket edememesiyle de son bulur<sup>103</sup>.

### **2.6.1. Polimerizasyon Türleri**

#### **2.6.1.1. Kimyasal Polimerizasyon**

Isı yoluyla polimerize olan polimetilmetakrilat (PMMA) diş hekimliğinde kimyasal yolla polimerizasyonun ilk ürünüdür. Ancak bu polimerizasyon sisteminde

polimerizasyonun hiç durmaması sorunu oluşmuştur <sup>104</sup>. Estetik olarak ilk restoratif materyal toz ve likit karışım sisteminden oluşmuştu <sup>105</sup>. Başlangıçta iyi performans gösteren bu sistem zaman geçtikçe ağız etkenlerinden etkilenerek kabul edilmeyecek renklenme, fazla yıpranma ve kabul edilmeyecek düzeyde sızıntı göstermiştir. Monomerlerin gelişimine kadar estetik restorasyonlar kabul edilebilir durumda olmamıştır<sup>106</sup>. Rezinin akışkanlığının azaltılması, doldurucuların arttırılmasını sağlayarak fonksiyonel metakrilat ko-monomer (TEGDMA) birleşmesini oluşturmuştur <sup>107</sup>. Bunun sonucunda diş hekimliğinde ilk kez ‘‘self-cure’’ sisteminin adı geçmiştir. İki bileşenli karışım olan bu sistemin adı ‘‘Adaptic (Johnson and Johnson, New Brunswick, NJ, ABD)’’ tir <sup>108</sup>. Minenin asitlenmesi, doldurucusuz bondların kullanılmaya başlanmasıyla bu sistemin başarısı geliştirilmiştir. Ancak basamaklar arasında malzemelerin oranlarının ayarlanması, karıştırılması, karışımın transfer aygıtına taşınması ve karışımın donana kadar matriks içinde basınç a tutulması ve beklenmesi ürüne göre değişkenlik gösterse de yaklaşık 8 dakikayı almaktaydı <sup>109</sup>.

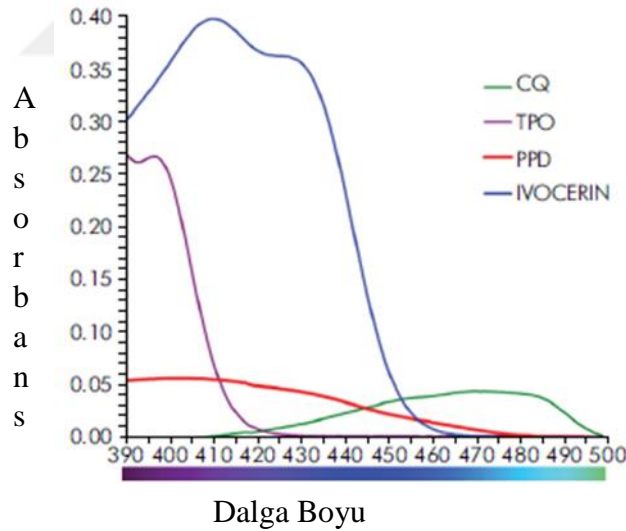
#### **2.6.1.2. Işıkla Polimerizasyon**

##### **2.6.1.2.1. Ultraviyole Polimerizasyon**

İlk olarak 1970’ ler de diş hekimliğine giren ultraviyole polimerizasyon, uretan-metakrilat denilen madde bazlı radyan enerjiyi emen foto-başlatıcıya sahipti. Bu sistem yıllarca kullanılmasına rağmen tabakalamaların 1 mm’ den kalın olduğunda uzun polimerizasyon süresinin olması klinik şartlarına uyumlandırmada zorluk çıkarmıştır. Işık kaynaklarının sürekli çalıştırılma zorunluluğundan dolayı ampulünün ömrünün azalmasından dolayı etkisi azalmaktaydı. Ayrıca operatörün gözünde katarkt oluşturmasından ve uygulandığı yerde oral mikro-florayı değiştirmesinden dolayı ışık dalga boyu(380-700 nm) sadece görünür ışık dalga boyunda sınırlandırılmıştır <sup>110</sup>.

### 2.6.1.2.2. Görünür Işıqla Polimerizasyon

Günümüzde pek çok foto-başlatıcı sistem kullanılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılanı ise kamforokinondur (CQ) <sup>111</sup>. Bu sistemde kamforokinon uyarıldığı zaman tersiyer amin molekülleri arasında alışveriş başlar. Bu transferin başlamasıyla metakrilat sistemin üzerinde serbest radikal oluşumu gerçekleşir. Kamforokinon burada aktif serbest radikal uyarıcısı değildir <sup>112</sup>. Kamforokinon açık sarı renkte olmasından dolayı restorasyonların da sarı olmasına neden olmaktadır. Bunun önüne geçmek için alternatif başlatıcılar bulunmuştur. Bunlar ‘‘Lucirin TPO, PPD (1-phenyl-1,2-propanadione)’’ ve son olarak ‘‘Ivocerin’’ dir. Işık emme dalga boyları birbirinden farklı oldukları için Lucirin TPO ve PPD kamforokinonla beraber kullanılırken Ivocerin geniş ışık emisyon gücünden dolayı tek olarak da rezin bazlı ürünlerde bulunmaktadır. Bahsedilen ışık başlatıcıların ışık dalga boyları ve ışık absorpsiyonları Şekil 2.2’ de verilmiştir.



Şekil 2.2. Işıqla Başlatıcıların Aktif Olduğu Dalga Boyları<sup>112</sup>

### 2.7. Termosiklus

Dental adezivlerin test edildiğinde ağız şartlarını canlandırabilmek ve restorasyonları yaşlandırmak için pek çok yöntem vardır. Bunlar suda bekletme, mekanik yükleme, enzim yıkımı, çeşitli kimyasallar uygulama ve termosiklustur. Soğuk dental



restorasyonlar ısıtılınca kenarlarından sızıntılar verdiği keşfedildiğinden beri termal siklus yöntemi diş hekimliği araştırmalarında sıkça kullanılmaktadır <sup>113</sup>. Sıcak su, ara yüz bileşenlerinin hidrolizini, su alımını, yıkım ürünlerinin ya da tam polimerize olmamış reçine oligomerlerinin ortaya çıkmasını hızlandırabilir. Bağlanan yüzeylerdeki termal büzülme ve genişleme katsayısı arasındaki farklılık tekrarlayan büzülme ve genişleme stresleri oluşturabilir. Bu stresler çatlak oluşumuna neden olup bağlanma yüzeyi boyunca yayılabilir ve bu yayılmanın sonucunda aralık (hava boşluğu) oluşur. Sonuç olarak büzülme ve genişleme streslerine neden olan termosiklusun, bağlanmada yıkımı hızlandırma etkisi görülebilmektedir <sup>19, 114</sup>. Tay ve ark. polimerize olmuş adezivlerin yarı geçirgen bir zar gibi davranıp adeziv ile kompozit arasına su sızmasına izin verdiğini bildirmişlerdir <sup>115</sup>. Metakrilat monomerlerin yüksek ısıda hidrolitik bozulmaya uğraması, polimerlerin sertliğini etkileyebilir. Hidrolitik bozulmaya ek olarak, sulu bir ortamda asit-baz reaksiyonu asidik monomer ile foto-başlatıcı sistemin amini arasında yer alabilir, bu durum da rezinin polimerizasyon sürecini engelleyebilir <sup>116</sup>.

## **2.8. Bağlanma Dayanımı Testleri**

Diş hekimliğinde önemli bir yeri olan adezivlerin etkinliklerinin incelenmesi için in-vitro deneylerine sıkça başvurulmaktadır <sup>117</sup>. Bağlanma direnci testleri, adeziv ile adezivin uygulandığı madde arasındaki bağlantıyı bozarak başarısızlığa neden olan minimum kuvveti ölçer. Bağlantıyı bozarak aslında bağlanmanın ne kadar kuvvetli olduğu görülmek istenir <sup>118</sup>.

Günümüzde adeziv etkinliğini ölçmek için çeşitli metodlar vardır <sup>119</sup>. ISO 11405'e göre bağlanma dayanım testleri çekme (tensile) ve makaslama (shear) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Son yıllarda test edilecek alanın büyüklüğüne göre "mikro-shear", "mikro-tensile" veya "makro-shear", "makro-tensile" testleri kullanılmaktadır <sup>120, 121</sup>.

### **2.8.1. Çekme (Tensile) Bağlanım Testi**

Çekme testlerinde kopma kuvveti, hazırlanmış diş yüzeyine 90° açı ile uygulanmalıdır. Test cihazı, adezivle diş dokusu arasında mutlaka doğru konumlandırılmalıdır. Bu amaçla ISO, bağlanma işlemi esnasında standardizasyonu sağlayacak özel ekipmanlar tanımlamıştır<sup>120</sup>. Çekme testlerinde diş ile adeziv arasındaki konum doğru olarak sağlanamazsa, stres dağılımı dengeli şekilde oluşmaz. Bu doğru konumu sağlamak oldukça zordur. Uygulanan kuvvetin doğrultusunun doğru olmaması kuvvet dağılımının uniform olmamasına ve sonucun yanlış ölçülmesine neden olmaktadır<sup>122</sup>.

### **2.8.2. Makaslama (Shear) Bağlanma Testi**

Herhangi bir adeziv sistemin bağlantı kalitesine bakmak için en çok kullanılan test makaslama dayanımıdır. Tipik bir testte çekilmiş dişin bir yüzeyi düzleştirilir, adeziv sistem uygulanır ve silindirik rezin esaslı dolgu materyali bağlanır. Ayırıcı yüzeyin, diş-adeziv bağlanma yüzeyine olabildiğince en yakın noktadan teması sağlanmalıdır. Kırılma oluşuncaya kadar kuvvet uygulanır ve sonuç kaydedilir<sup>123</sup>. Çekme kuvvetleri ile kıyaslandığında; makaslama testlerinin ağız ortamının karışık karakterdeki kuvvetlerini daha iyi taklit ettiği bildirilmektedir<sup>60</sup>. Yük dağılımı uniformdur<sup>124</sup>.

### **2.9. FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi)**

FTIR ile organik ve inorganik bileşenlerin hakkında temel bilgiler kolaylıkla elde edilebilir. Bunlar maddenin katı, sıvı ve gaz olmasını farketmeksizin yapısındaki fonksiyonel gruplar, iki bileşiğin aynı olup olmadığı, yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri ve yapının aromatik ya da alifatik olup olmadığı belirlenebilir. FTIR tekniğinin çalışma prensibi kuantal vibrasyonel enerji halleri arasında geçişlerdir<sup>125</sup>. FTIR analizinde, moleküle foton aktarımıyla molekül yüksek enerji haline girer ve IR radyasyonunun emilimi gerçekleşir<sup>126</sup>. Yüksek enerjili haldeyken moleküler bağlar

titreşmeye başlar ve IR alanındaki ışık spektrumunda frekanslarda varyasyonlar göstermeye başlarlar. Her bir IR absorpsiyonunun dalga boyu piki molekülün fizikokimyasal yapısına bağlı olarak oluşur. Molekülün fonksiyonel gruplarına bağlı olarak (C-H, O-H, C=O) her bir molekülün kendi parmak izi pikleri vardır<sup>127</sup>. Bu parmak izi pikler, maddelerin arasındaki farkları ortaya koymaya yardımcı olurlar. Spencer ve ark.<sup>128</sup> yaptıkları çalışmada dentin ve üniversal bir adezivın verdiği parmak izi pikleri Tablo 2.1'deki gibi olduğunu bildirmiştir.

**Tablo 2.1.** Üniversal Adeziv ve Dentinin Parmak İzi Pikleri Dalga Boyları

	Dalgaboyu	Maddeler
<b>Adeziv</b>	1690-1740	Karbonil C=O
	1635-1645	C=C
	1605-1609	Fenil C=C
	1445-1457	CH <sub>2</sub>
	1402-1406	CH <sub>2</sub> Deformasyonu
	1165-1180	C-O Gerilimi
	830-836	C-C-O Gerilimi
<b>Dentin</b>	1596-1715	Amid I
	1540-1582	Amid II
	1445-1456	CH <sub>2</sub>
	1145	HPO <sub>2</sub> -
	1100-1109	v3 PO <sub>3</sub> -

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma için Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Etik Kurulu'na başvuruldu ve 02.11.2018 tarihli, 78 karar nolu oturum ile onay alındı.

Deneysel Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı laboratuvarlarında ve Doğu Anadolu İleri teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DAYTAM)'nde yapıldı. Çalışmada ışıkla polimerize olan dört farklı universal bonding ajan ile kimyasal polimerize olan universal bir bonding ajan iki farklı asitleme sistemiyle kullanıldı. Kontrol grubu için self etch bir adeziv kullanıldı. Kullanılan adezivler Tablo 1' de gösterilmiştir.

Çalışmanın laboratuvar aşamaları iki bölümde yürütüldü:

1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi
2. FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi)

#### **3.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi**

##### **3.1.1. Dişlerin Toplanması ve Saklanması**

Çalışmada Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş-Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda çekilen çürüksüz ve restorasyonsuz dişler arasından seçilen toplam 110 adet büyük azı dişi kullanıldı. Herhangi bir çatlak veya hipoplazi olan dişler çalışma dışında tutuldu. Dişler çekildikten sonra sürekli akan suyun altında fırça yardımıyla debrisi temizlendi. Dişler çekildikten sonra en fazla 6 ay olmak üzere oda sıcaklığındaki distile suda muhafaza edildi. Distile su en fazla 10 gün içinde yenilendi.

##### **3.1.2. Örneklerin Hazırlanması**

Çekilmiş dişler debrisi kürete edilip temizlendikten sonra silindirik elmas bir frez yardımıyla mine tabakası uzaklaştırıldı. Dentin örnekleri üzerinde mine dokusu kalıp kalmadığı stereo-microscope (SZ-PT Olympus, Japan) kullanılarak incelendi. Daha sonra dişler kökleri 20 mm çapında 10 mm yükseklikte olmak üzere akrilikten kalıp içerisine

gömüldü. Sabitlenen dişlerin dentin yüzeyi düzgün bir smear tabakası yaratabilmek için 600 gritlik silikon karbit zımpara ile su altında 30 sn boyunca zımparalanarak bonding işlemi için hazır hale getirildi. Dentin yüzeyleri hazırlanan dişler 110 tanesi makaslama bağlanma dayanım testi, 110 tanesi de FTIR analizi için eşit sayıda olmak üzere rastgele iki gruba ayrıldı. Bağlanma dayanım testinde dişler, 10 tanesi kontrol grubu 100 tanesi de deney grubu olmak üzere ikiye ayrıldı. Kontrol grubu için altın standart olarak kabul edilen 6. nesil iki aşamalı self etch adeziv olan Clearfil Se Bond (Kuraray Japan) bonding ajanı kullanıldı. Deney grubu da kendi içerisinde 50'si total etch grubu 50'si self etch grubu olmak üzere ikiye ayrıldı. Total etch uygulaması için her grup kendi içinde 10'ar örnekli olmak üzere eşit olarak 5 gruba ayrıldı. Daha sonra sırasıyla Single Üниверsal Bond (SB, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA), G Premio Bond (GP, GC Corp., Tokyo, Japan), Futura Bond Üниверsal (FBU, Voco GmbH Germany), All-Bond Üниверsal (ABU, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) ışıkla polimerize olan ajanlar kullanım talimatlarına göre uygulandı. Kimyasal yolla polimerize olan Tokuyama Üниверsal Bond (UB, Tokuyama, Japan) 5. Grup olarak uygulandı.

### 3.1.2.1. Kullanılan Restoratif Maddeler

Kullanılan adeziv bondlar Tablo 3.1'de verildi.

- **Clearfil Se Bond:** Işıklı sertleşen bir bonding sistemidir. Kendinden asitli bir primerden ve bir bonding ajanından oluşur. Primer, mine ve dentinin eş zamanlı tedavisine imkan verir. Ürün oda sıcaklığında kullanılmalıdır. Kullanılmadığı zaman ise buzdolabında muhafaza edilmelidir.

- **Single Bond Üниверsal:** Tüm yüzeylerde kullanılabilen tek aşamalı bir ajandır. Direkt ve indirekt restorasyonlarda total-etch, self-etch ve selektif etch tekniklerinde güvenilir bir şekilde kullanılabilir. Bozulmaz ve kararlı bir bağ kurar. Hem kuru hem de ıslak dentinde iyi bağlanabilme özeliği vardır. Canlı dişlerde hem total etch hem de self

etch tekniğinde post operatif duyarlılık oluşmaz. Buzdolabında saklanmasına gerek yoktur <sup>129</sup>.

- **G Premio Üniwersal Bond:** Herhangi bir asitleme tekniği farketmeksizin iyi bir bond bağlanım gücü vardır. Zaman geçtikçe optimum performans ve stabilite gösterir. 4-MET, MDP ve MDTP gibi üç fonksiyonel monomerdan oluştuğu için sadece dış yapısına değil kompozite, metale ve zirkonyuma iyi bir şekilde adezyon sağlar. Uygulama teknik hassasiyeti minimumdur <sup>130</sup>.

- **Futura Bond Üniwersal:** Direkt ve indirekt restorasyonlarda kullanılabilir. Ek bir aktivatör gerektirmeksizin tüm ışıkla, dual ve kimyasal sertleşen kompozitlerle kullanımı uygundur. Metal, zirkonyum dioksit ve alüminyum oksit ve primer gerekmeksizin silikat seramik gibi materyallerle bağlanma gösterir. Hassas diş kolelerinin tedavisinde ve cam iyonomer dolguların izolasyonunda kullanılabilir. Nemi tolere edebilir bir yapısı vardır. Buzdolabında saklamak gerekmez <sup>101</sup>.

- **All Bond Üniwersal:** Tüm direkt ve indirekt restorasyonlarda kullanılabilir. MDP fonksiyonel monomeri içerir. Hidrofobik formülü bondun bağlanım kalitesini artırır. Ultra mild asiditesi sayesinde (pH > 3) dual-cure ve self-cure materyallere uyumludur. Düşük film kalınlığı sayesinde adeziv diş yapılarına iyi penetre olarak sağlam mekanik ve kimyasal bağlanma gerçekleşir. Post-op hassasiyet oluşturmaz <sup>131</sup>.

- **Tokuyama Üniwersal Bond:** Total etch, self etch ve selektif etch tekniklerinin tümüyle uyumlu ışıkla polimerizasyona gerek duymayan yeni iki bileşenli bir adeziv ajandır. Kendi kendine polimerize olur.

- **Kompozit Rezin (Filtek Z250)**

3M ESPE Filtek Z250 üniwersal bir restoratif materyal olup görünür ışıkla aktive olan, radyopak, posterior ve anterior bölgelerde direkt veya indirekt restorasyonlarda

kullanılabilen bir rezin kompozittir. Filtek Z250 materyalindeki doldurucu zirkoniya/silikadır.

**Tablo 3.1.** Kullanılan Bondlar ve Dental Kompozit

Materyal+A7:C7C8A1:C6A1: C12A1:C11A1:C10A1:C8	Firma	İçerik
Single Bond Universal (623863)	3 M ESPE ABD	10-MDP fosfat monomer, Vitrebond kopolimer, HEMA , BISGMA, dimetakrilat rezin doldurucu, silan, başlatıcılar, etanol, su
G-Premio Bond (1710102)	GC, Tokyo,Japonya	10-MDP, 4-META, 10-metakriololoksidetil dihidrojen tiofosfat, metakrilat adik ester, distile su, aseton, foto başlatıcı, ince silika toz
Futura Bond U (1571)	Voco GmbH, Almanya	HEMA, Bis-GMA, HEDMA, asidik adeziv monomer, üretan dimetakrilat, katalizör, silika nanopartiküller, etanol
All Bond Universal (1700004748)	Bisco Inc, ABD	10-MDP fosfat monomer, HEMA, BISGMA, etanol
Universal Bond (004)	Tokuyama Dental Corp, Tsukuba, Japonya	Fosforik asit monomer (Yeni 3D-SR monomer) MTU-6 HEMA Bis-GEMA TEGDMA Asetony-MPTES Borat Peroksit Aseton, İzopropil alkol Su
Clearfil SE Bond (Primer: 770261) (Bond: 7A0414)	Kuraray Noritake Dental Inc, Japonya	Primer: 2-Hidroksietil metakrilat (HEMA), 10-Metakriololoksidetil Dihidrojen fosfat (MDP), Hidrofilik alifatik dimetakrilat, dl-Kamforokinon, Su, hızlandırıcılar, boya ve diğerleri Bond: 2-Hidroksietil metakrilat (HEMA), 10- MDP, Bisfenol A, Bis-GMA, HEMA, Hidrofobik dimetakrilat, dl-Kamforokinon, N,N-dietanol-p-toludin, Silanlanmış koloidal silika
Filtek Z 250 (N970668)	3M ESPE ABD	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA

İnorganik doldurucular hacim olarak %60 (silan uygulaması olmaksızın) olup partikül büyüklükleri 0,01 ile 3,5 µm arasında değişmektedir. Organik matris; Bis-GMA, UDMA ve Bis-EMA içermektedir. 15 farklı renk seçeneği bulunmaktadır <sup>132</sup>.

### 3.1.2.2 Örneklerin Gruplara Göre Ayrılması

Örneklerin gruplara göre ayrılması Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2.** Grup Dağılımları

MAKASLAMA BAĞLANIM TESTİ	FTIR TESTİ
<b>110 Örnek</b>	<b>110 Örnek</b>
<b>Clearfil Se Bond (Kontrol Grubu) (n=10)</b>	<b>Clearfil Se Bond (Kontrol Grubu) (n=10)</b>
<b>Self Etch (n=50)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Single Bond Üniversal (n=10)</li><li>• G-Premio Bond (n=10)</li><li>• Futura Bond U (n=10)</li><li>• All Bond Üniversal (n=10)</li><li>• Tokuyama Üniversal Bond (n=10)</li></ul>	<b>Self Etch (n=50)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Single Bond Üniversal (n=10)</li><li>• G-Premio Bond (n=10)</li><li>• Futura Bond U (n=10)</li><li>• All Bond Üniversal (n=10)</li><li>• Tokuyama Üniversal Bond (n=10)</li></ul>
<b>Total Etch (n=50)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Single Bond Üniversal (n=10)</li><li>• G-Premio Bond (n=10)</li><li>• Futura Bond U (n=10)</li><li>• All Bond Üniversal (n=10)</li><li>• Tokuyama Üniversal Bond (n=10)</li></ul>	<b>Total Etch (n=50)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Single Bond Üniversal (n=10)</li><li>• G-Premio Bond (n=10)</li><li>• Futura Bond U (n=10)</li><li>• All Bond Üniversal (n=10)</li><li>• Tokuyama Üniversal Bond (n=10)</li></ul>

### 3.1.2.2.1. Kontrol Grubu

Kontrol Grubu: Kullanım talimatına göre önce primer dentin yüzeyine 20 sn boyunca tek kullanımlık bir bond fırçası yardımıyla sürüldü. Daha sonra yağ içermeyen bir hava tabancası yardımıyla solventin uçması sağlandı. Daha sonra bond tek kullanımlık fırça yardımıyla tüm dentin yüzeyine sürüldü ve yağ içermeyen hafif basınçlı hava tabancası yardımıyla eşit şekilde dağıtıldı. Polimerizasyon için 10 sn LED (Woodpecker LED-B Işık Cihazı) ışık uygulandı.

### 3.1.2.2.2. Total Etch Grubu

Grup 1 SB TE: Dentin yüzeyi 15 sn yüzde 35' lik fosforik asitle (Voco Vococid, Cuxhaven-Almanya) asitlendi. Bol su ile iyice yıkandı ve yağ içermeyen hava ile kurutuldu. Dentinin aşırı kurutulmasından kaçınıldı. Daha sonra bonding ajan tek kullanımlık fırça yardımıyla 20 sn boyunca yedirilerek sürüldü. Çözeltilinin uçması için 5 sn boyunca hafifçe hava sıkıldı. (n=10)

Grup 2 GP TE: Dentin yüzeyi 15 sn yüzde 35' lik fosforik asitle (Voco Vococid, Cuxhaven-Almanya) asitlendi. 5 sn su ile yıkandı ve dentin yüzeyi nemli bırakılmak üzere kurutuldu. G Premio bonding ajanı uygulanıp 10 sn beklendi. Daha sonra 5 sn boyunca yüksek basınçlı hava uygulandı. (n=10)



Grup 3 FBU TE: Dentin yüzeyi 15 sn yüzde 35' lik fosforik asitle (Voco Vococid, Cuxhaven-Almanya) asitlendi. Daha sonra tüm dentin yüzeyine Futura Üiversal Bond bonding ajanı ile ovalanarak (rubbing move) 20 sn sürüldü. Beklemeden 5sn boyunca hafif şiddette hava sıkıldı. (n=10)

Grup 4 ABU TE: Dentin yüzeyi 15 sn yüzde 35' lik fosforik asitle (Voco Vococid, Cuxhaven-Almanya) asitlendi. Bütün yüzey yıkandı. Fazla su bir pamuk peletin 1-2 saniye tutularak alındı. Dentin yüzeyinin görülebilir bir şekilde nemli bırakılması sağlandı. 1-2 damla All Bond Üiversal bonding ajanı temiz bir bond uygulama kabına konuldu. 2 tabaka bond ovalanarak (scrubbing move) sürüldü. Her tabaka 10-15 sn uygulandı. (n=10)

Grup 5 UB TE: Dentin yüzeyi 15 sn yüzde 35' lik fosforik asitle (Voco Vococid, Cuxhaven-Almanya) asitlendi. 15 sn yıkanıp pamuk peletler ile kurutuldu. Daha sonra 2 ayrı şişedeki ürünler tek temiz bir bond uygulama kabına birer damla olmak üzere konuldu. Karıştırılan bu solvent dişe hemen uygulandı. Önce zayıf bir havayla bonding ajanın dalgalanması geçene kadar kurutuldu. Daha sonra yine hafif ama öncekine göre güçlü bir havayla kurutuldu. Diğer örnekler 10 sn LED ışık kaynağıyla (Woodpecker LED-D Işık Cihazı) polimerize edilirken bu örnekler herhangi bir ışık polimerizasyonu uygulanmadı. (n=10)

### **3.1.2.2.3. Self Etch Grubu**

Self etch grupları için de aynı şekilde bonding ajanlar kullanım kılavuzlarına göre uygulandı. Ancak bu sefer dentin için herhangi bir asitleme uygulaması yapılmadı. Dentin yüzeyleri nemli bırakıldı.

Grup 1 SB SE: Bonding ajan tek kullanımlık fırça yardımıyla 20 sn boyunca yedirilerek sürüldü. Çözeltinin uçması için 5 sn boyunca hafifçe hava sıkıldı. (n=10)

Grup 2 GP SE: G Premio bonding ajanı uygulanıp 10 sn beklendi. Daha sonra 5 sn boyunca yüksek basınçlı hava uygulandı. (n=10)

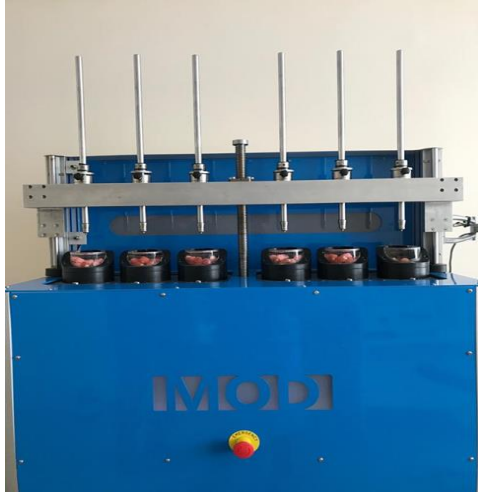
Grup 3 FBU SE: 2 sıvıdan oluşan tek dozluk kullanım paketi ‘‘ press here’’ bölümüne basılarak karıştırma kanülüne akması sağlandı ve karıştırıldı. 20 sn boyunca dentin yüzeyine sürüldü. Daha sonra 5 sn adeziv kurutuldu. (n=10)

Grup 4 ABU SE: 1-2 damla All Bond Üniwersal ajanı temiz bir bond uygulama kabına konuldu. 2 tabaka bonding ajanı ovalanarak (scrubbing move) sürüldü. Her tabaka 10-15 sn uygulandı. (n=10)

Grup 5 UB SE: 2 ayrı şişedeki ürünler tek temiz bir bonding ajanı uygulama kabına birer damla olmak üzere konuldu. Karıştırılan bu solvent dişe hemen uygulandı. Önce zayıf bir havayla bonding ajanın dalgalanması geçene kadar kurutuldu. Daha sonra yine hafif ama öncekine göre güçlü bir havayla kurutuldu. Diğer örnekler 10 sn LED ışık kaynağıyla (Woodpecker LED-D Işık Cihazı) polimerize edildi. Fakat bu gruba herhangi bir ışık polimerizasyonu uygulanmadı. (n=10)

### **3.1.3. Örneklere Kompozit Uygulanması**

Bu grupların üzerine 2 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde ışık geçirgen bir plastik tüp yardımıyla kompozit yerleştirildi (Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD). 20 sn LED ışık kaynağıyla (Woodpecker LED-D Işık Cihazı) polimerize edildi. Daha sonra örneklere termosiklus cihazında 60 sn’lik devirlerle 5<sup>0</sup>-55<sup>0</sup> dereceler arasında 5000 termal siklus uygulanarak yaşlandırma yapıldı. Termal siklus cihazı ve örneklerin termal siklus içindeki hali Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’ de verildi.



Şekil 3.1. Termosiklus Cihazı



Şekil 3.2. Örneklerin Havuz İçindeki Görüntüsü

#### 3.1.4. Makaslama Testinin Uygulanması

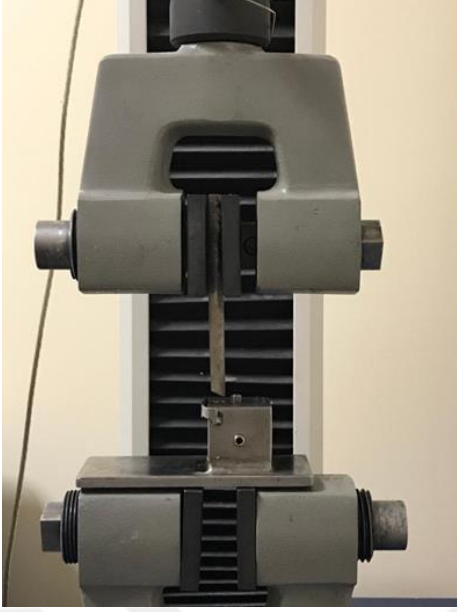
Hazırlanan örneklerin makaslama testinden önceki hali Şekil 3.3'te verildi. Instron Üniversal Test Makinesi'nin üst hareketli koluna paslanmaz çelikten yapılmış bıçak sırtı şeklinde olan çubuk sabitlendi. Örneklerin sabitlendiği alt parça test cihazının alt kısmına yerleştirildi. Bıçak sırtına benzer ayırıcı uç kompozit silindir ile dış yüzeyinin bileşim yerine doğru gelecek şekilde konumlandırıldı. Örneklerin uzun aksı yere paralel olacak şekilde ve kuvvet bu aksa yukarıdan tam dik olacak şekilde Instron Üniversal Test Cihazına (Model:3344 , Instron Corp., Norwood, MA, ABD) konumlandırıldı. Cihaz 1 mm/dk hızına ayarlanarak kuvvet kırılma oluşana kadar uygulandı. Üniversal Test Makinesi'nin fotoğrafı Şekil 3.4' te verildi. Makaslama testinin yapıldığı düzenek Şekil 3.5 ve 3.6'da verilmiştir. Newton (N) cinsinden elde edilen kırılma değerleri  $MPa = \text{Kuvvet (N)} / \text{Alan (mm}^2\text{)}$  formülü ile megapascal (MPa)'a çevrilerek kaydedildi.



Şekil 3.3. Örneklerin makaslama testinden önceki gruplara göre dizilmiş hali



Şekil 3.4. Instron Üniversal Test Cihazı



Şekil 3.5. İnstron Cihazında Örnek Kırma



Şekil 3.6. İnstron Cihazı Yan Görünüm

### 3.2. FTIR Analizi ve Uygulanması

İkinci aşamada çekilmiş çürüksüz 110 insan dişi FTIR analizi için hazırlandı. Dişler dentin mine birleşiminin altından sürekli su altında, yavaş tur sayısı ayarında elmas diskle kesme cihazında (Isomet, Buehler GmbH, Düsseldorf, Germany) kesildi. Şekil 3.7’de Isomet cihazı verildi. Dentin açığa çıktıktan sonra kalınlığı 1 mm olacak şekilde kesitler alındı. Pulpayla bağlantısı olan dentin kesitler deneyden çıkarıldı. Elde edilen kesitler Şekil 3.8’de verildi. Bu örnekler makaslama kuvveti için hazırlanan örneklerdeki gibi hazırlandı. Ancak örneklere kompozit uygulanması yapılmadı ve örnekler termal siklus döngüsüne sokulmadı. Daha sonra örnekler makaslama bağlanma dayanımı testindeki gibi gruplara ayrıldı. Bu analiz ile diş dentin yapısına invaze olup asidik yapılarıyla protein bağlarını bozan bond ajanların, ne kadar protein bağını bozduğu incelenerek özel aralıklarda oluşturduğu dalga boylarına bakılıp invazyon derecelerinin hesaplanması amaç edinildi. Doğu Anadolu İleri teknoloji ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan FTIR cihazında (Vertex 70 V Billerica, Massachusetts, ABD) (Şekil 3.9) ölçümler yapıldı. Örneklerin orta noktası tam olarak elmas optik okuyucunun üzerine

getirilip üst kısmındaki özel aygıtıyla sabitleştirildi (Şekil 3.10). Örneklerin elmas okuyucunun üzerine tamamen düz olacak şekilde gelmesine ve adeziv uygulanan yüzeyin elmas okuyucuya denk gelmesine özellikle dikkat edildi. Ölçüm modu olarak ‘‘absorbance’’ seçildi. Örnekler vakum altında  $4000-400\text{ cm}^{-1}$  aralığında  $4\text{ cm}^{-1}$  çözünürlükte 5 dakika süreyle 350 tarama sayısı ile incelendi. Çalışmada kullanılan FTIR spektrofotometresinin optik sisteminin vakumlanması sayesinde, orta, yakın ve uzak IR/THz bölgelerinde herhangi bir su buharı ya da  $\text{CO}_2$  soğurmasının sebep olduğu zayıf spektrum özellikleri kaygısı olmaksızın ölçümler gerçekleştirildi. Elde edilen grafiklerden  $1690-1740\text{ cm}^{-1}$  dalga boyu arasındaki piklerin altında kalan alan OriginLab 2019 32 Bit programı yardımıyla ölçüldü. Örnek alan ölçülmesi Şekil 3.11’ de verildi.



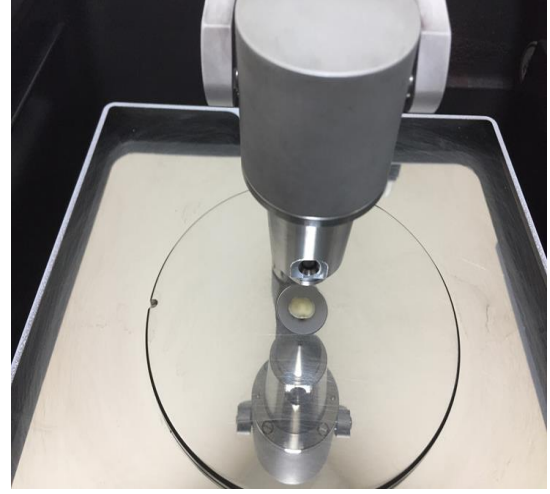
**Şekil 3.7.** Isomet Cihazı



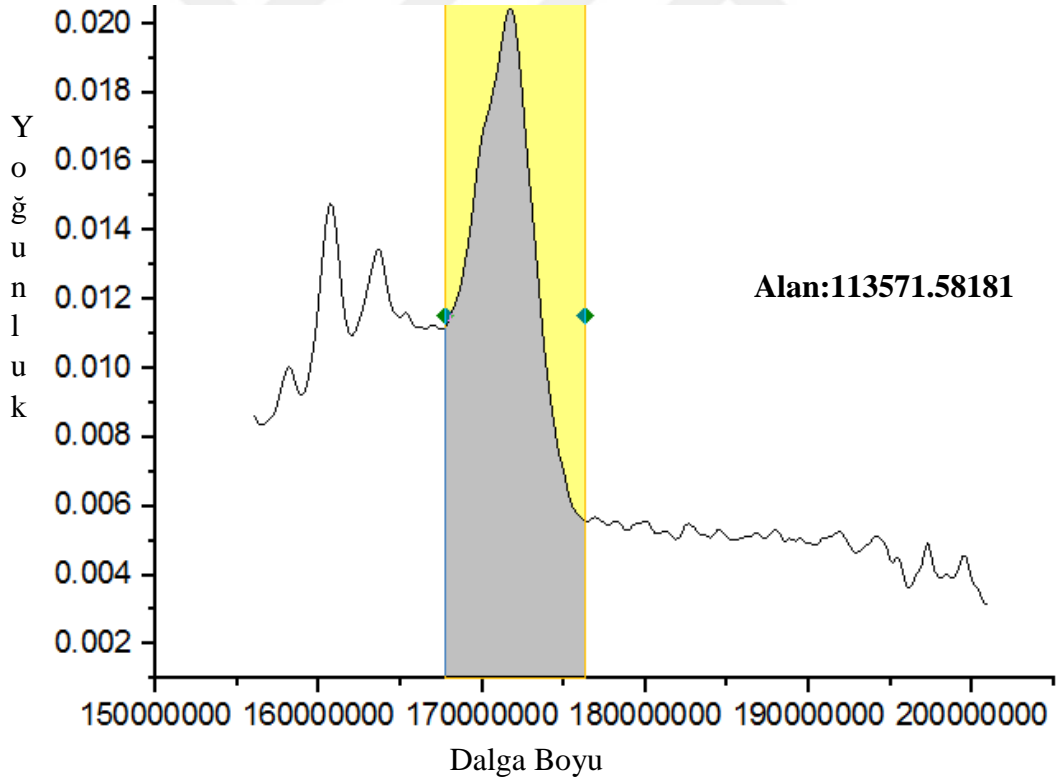
**Şekil 3.8.** Alınan Kesitler



Şekil 3.9. Vertex V 70 FTIR Cihazı



Şekil 3.10. FTIR Örnek İnceleme



Şekil 3.11. Örnek alan hesaplaması yöntemi

### 3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Makaslama testi ve FTIR incelemeleri sonucunda elde edilen verilerin arasındaki farklılığın belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) yapıldı. Bu analiz sonucunda örneklerin makaslama bağlanma dayanımları ve FTIR analizlerinin hem kendi içinde hem de birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edildi ( $p < 0.001$ ). Bu farklılık Duncan, Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney yöntemleriyle analiz edildi. İstatistiksel analizler SPSS Windows 20.0 paket programında yapıldı. Makaslama bağlanma dayanımı ile FTIR analizlerinin birbirleriyle korelasyonu ise Spearman korelasyon testiyle yapıldı.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Makaslama Dayanım Testine Ait Bulgular

Çalışmamızda ışıkla polimerize olan üniversal bondlar kimyasal polimerize olan bondun self-etch ve total-etch sistemleri kullanılarak dentin bağlanma dayanımları tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) ile değerlendirildi. Adeziv sistemlerin dentine bağlanma dayanma değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edildi ( $p<0.001$ ).

Asitleme tekniği açısından istatistiksel değerlendirme Duncan testiyle yapıldı ve Mann-Whitney U testiyle de sağlandı. Total etch grubu; self etch ve kontrol grubuna göre dentine anlamlı olarak daha iyi bağlandığı tespit edildi. ( $p<0.001$ ). (Tablo 4.1). Kontrol grubu ile self etch gruplarının dentine bağlanma değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamadı.

**Tablo 4.1.** Asitleme Tekniklerine Örnek Sayısı ve Makaslama Bağlanım Dayanımları Ortalamalarına (MPa) Göre Duncan Analizi

Makaslama Testi	n	Ortalama
Kontrol Grubu	10	6,14 ± 0.58 <sup>a</sup>
Total Etch	50	8,52 ± 1.83 <sup>b</sup>
Self Etch	50	6,92 ± 1.35 <sup>a</sup>

Grupların asitleme tekniğine göre kendi içerisinde değerlendirilmeleri Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Örneklerin total etch ve self etch metodlarına göre ortalama makaslama bağlanma dayanımları Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Örneklerin Gruplara Göre Ortalama Makaslama Dayanım Değerleri (MPa) ve P Değerleri

<b>BOND</b>	<b>TOTAL ETCH (n=50) Mean ± SD</b>	<b>SELF ETCH (n=50) Mean ± SD</b>	<b>p değeri</b>
<b>TOKUYAMA UNIVERSAL BOND</b>	6,05 ± 0,31	5,45 ± 0,34	<i>p</i> =0.001
<b>GPREMİO UNIVERSAL BOND</b>	7,41 ± 0,67	6,72 ± 0,60	<i>p</i> =0.027
<b>FUTURA BOND UNIVERSAL</b>	9,95 ± 1,18	8,77 ± 0,71	<i>p</i> =0.015
<b>SINGLE BOND UNIVERSAL</b>	9,63 ± 1,16	7,60 ± 0,48	<i>p</i> <0.001
<b>ALL BOND UNIVERSAL</b>	9,54 ± 1,41	6,02 ± 1,02	<i>p</i> <0.001

Bondların hepsinde asitleme tekniğine göre anlamlı olarak farklar bulundu.

Bütün bond grupları içerisinde dentine ortalama olarak en fazla bağlanma değeri Futura Bond Üniversal TE grubunda bulundu (9.95 MPa). En düşük ortalama bağlanım ise Tokuyama Üniversal SE grubu bulundu (5,45 Mpa). Bond grupları kendi içerisinde istatistiksel olarak Duncan testiyle değerlendirildiğinde, All Bond TE, Single Bond TE ve Futura Bond U TE' nin anlamlı olarak diğer gruplardan daha iyi bağlandığı bulundu. (Tablo 4.3). Yine bütün gruplar ele alındığında; Tokuyama Üniversal SE, All Bond Üniversal SE, Tokuyama Üniversal TE ve kontrol grubu olan Clearfil Se Bond diğer gruplardan anlamlı olarak düşük bağlanım değeri gösterdi.

**Tablo 4.3.** Bondların Örnek Sayısı ve Makaslama Bağlanma Dayanım Testi Ortalamala (Mpa) Değerleri

Bondlar	n	Ortalama
Tokuyama Universal Bond SE	10	5,45 ±0.34 <sup>a</sup>
All Bond Universal SE	10	6,03 ±1.02 <sup>ab</sup>
Tokuyama Universal Bond TE	10	6,05 ±0.31 <sup>ab</sup>
Clearfil Se Bond	10	6,14 ±0.58 <sup>ab</sup>
G-Premio Universal SE	10	6,72 ±0.6 <sup>bc</sup>
G-Premio Universal TE	10	7,41 ±0.7 <sup>cd</sup>
Single Bond Universal SE	10	7,60 ±0.49 <sup>d</sup>
Futura Bond Universal SE	10	8,77 ±0.71 <sup>e</sup>
All Bond Universal TE	10	9,54 ±1.41 <sup>f</sup>
Single Bond Universal TE	10	9,63 ±1.16 <sup>f</sup>
Futura Bond Universal TE	10	9,95 ±1.19 <sup>f</sup>

Self-etch adeziv gruplarında en düşük bağlanım değerlerini Tokuyama Üiversal ve All Bond Üiversal grupları gösterdi. Bu gruplar ile diğer gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edildi. Self-etch sistemde en yüksek bağlanımı Futura Bond Üiversal adezivinde bulmuştur. Futura Bond Üiversal ile diğer gruplar arasında anlamlı bir fark bulundu.

Total etch adeziv gruplarında en düşük bağlanım değeri Tokuyama Üiversal adezivinde bulundu. Tokuyama Üiversal adeziv ile diğer grupların arasındaki fark anlamlı bulundu. Bununla birlikte total etch grubunun en yüksek bağlanım değeri Futura Bond Üiversal grubunda bulundu. Futura Bond Üiversal ile Single Bond Üiversal ve All Bond Üiversal grupları arasında bağlanma dayanımı arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Ancak bu gruplar diğer gruplardan dentine anlamlı olarak daha iyi bağlandığı belirlendi.

## 4.2. FTIR Testine Ait Bulgular

FTIR testinde tüm gruplar asitleme tekniğine göre tek yönlü varyans analizi (OneWay Anova) ile incelendi. Asitleme yöntemine göre grupların kıyaslanmasında Duncan testi uygulandı ve sonuçlar Mann-Whitney testiyle de sağlandı. Duncan testi sonuçları Tablo 4.4' de verildi. Asitleme yöntemine göre total-etch yöntemi anlamlı olarak diğer gruplardan daha düşük bulundu. Kontrol grubu ile self-etch grupları arasında anlamlı olarak bir fark bulunamadı.

**Tablo 4.4.** Asitleme Tekniğine Göre Örnek Sayısı ve Duncan Test Sonuçları

Asitleme Tekniği	Örnek Sayısı	Ortalama
Total Etch	50	69936,88 <sup>a</sup>
Self-Etch	50	149261,18 <sup>b</sup>
Kontrol Grubu	10	200052,10 <sup>b</sup>

Adeziv sistemlerin kendi içlerinde asitleme sistemlerine göre kıyaslanması için Mann-Whitney U Testi uygulandı. Tokuyama Üiversal Bond ile G-Premio Bond istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5.** Bondların Asitleme Yöntemlerine Göre Ortalama Değerleri ve P Değerleri

BOND	TOTAL ETCH (n=50) Ortalama ± SD	SELF ETCH (n=50) Ortalama ± SD	P Değeri
<b>TOKUYAMA UNIVERSAL BOND</b>	44733,60 ± 21227,73	105449,90 ± 33562,22	<u>p=0,001</u>
<b>GPREMIO UNIVERSAL BOND</b>	64189,60 ± 84271,01	139357,30 ± 102312,57	<u>p=0,019</u>
<b>FUTURA BOND UNIVERSAL</b>	82219,90 ± 81755,47	203759,50 ± 213916,35	p=0,076
<b>SINGLE BOND UNIVERSAL</b>	48536,80 ± 21286,95	69003,40 ± 67278,67	p=0,880
<b>ALL BOND UNIVERSAL</b>	110004,50 ± 70368,07	228735,80 ± 161560,623	p=0,49

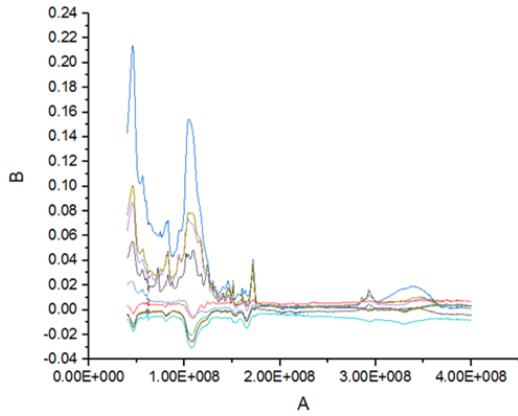
Gruplar arasındaki farklılıkları incelemek için veriler Duncan testine tabi tutuldu. Sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi ( $p < 0.001$ ). Her bondun asitleme sistemlerine göre ortalama değerleri Tablo 4.6’da verildi.

**Tablo 4.6.** Bütün grupların FTIR verileri ortalamaları ve birbirleriyle kıyaslanması

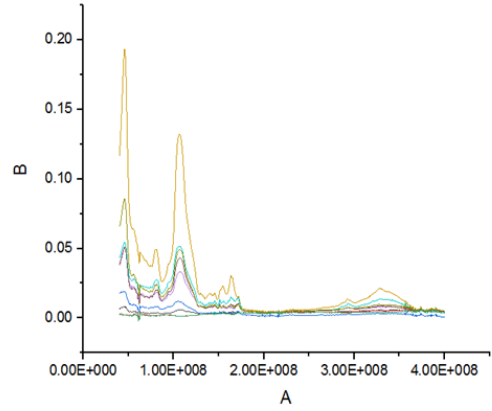
Adeziv Ajanlar	Örnek Sayısı	Değerler
Tokuyama Universal Bond TE	10	44733,6 ± 21227 <sup>a</sup>
Single Bond Universal TE	10	48536,8 ± 21286 <sup>a</sup>
G-Premio Universal TE	10	64189,6 ± 84271 <sup>a</sup>
Single Bond Universal SE	10	69003,4 ± 67278 <sup>a</sup>
Futura Bond Universal TE	10	82219,9 ± 81755 <sup>a</sup>
Tokuyama Universal Bond SE	10	105449,9 ± 21227 <sup>ab</sup>
All Bond Universal TE	10	110004,5 ± 70368 <sup>ab</sup>
G-premio Universal SE	10	139357,3 ± 102312 <sup>ab</sup>
Clearfil Se Bond	10	200052,1 ± 129869 <sup>bc</sup>
Futura Bond Universal SE	10	203759,5 ± 213916 <sup>bc</sup>
All Bond Universal SE	10	228735,8 ± 161560 <sup>abc</sup>

Total etch yönteminden elde edilen verilerde en düşük ortalama ışığı emme verisi Tokuyama Üniversal adezivinden elde edildi. Yine bu grupta en yüksek değer All Bond Üniversal adezivinden elde edildi. Total etch asitleme yönteminde kullanılan bondlar arasında anlamlı bir fark bulunamadı.

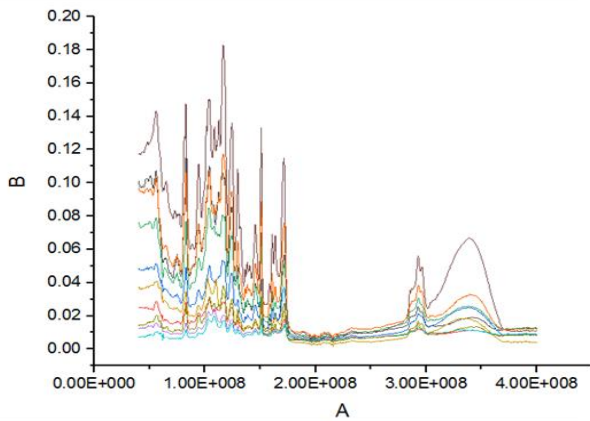
Self etch asitleme yönteminden elde edilen verilerde en düşük değer Single Bond Üniversal grubunda bulundu. En yüksek değer ise All Bond Üniversal grubunda bulundu. FTIR çalışmasında adeziv örneklerin verdiği pikler belirtilen grafiklerde verilmiştir.



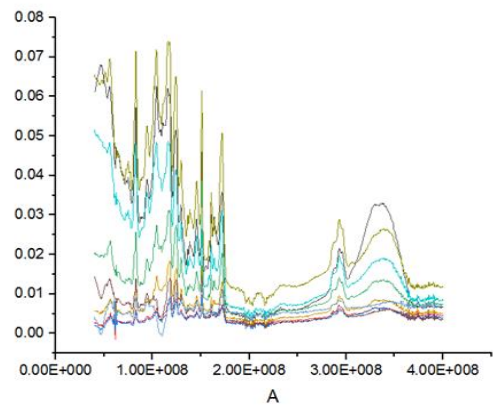
**Single Bond Universal Self Etch FTIR**



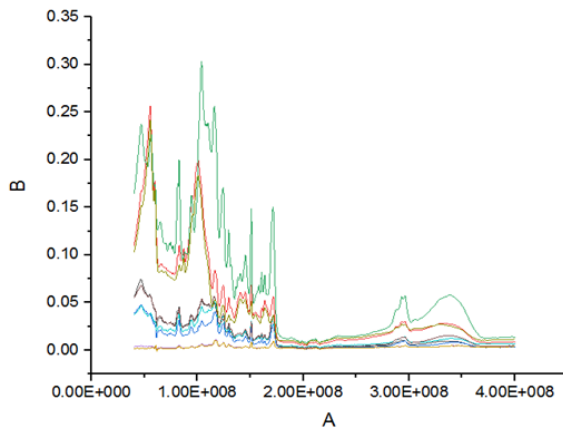
**Single Bond Universal Total Etch FTIR**



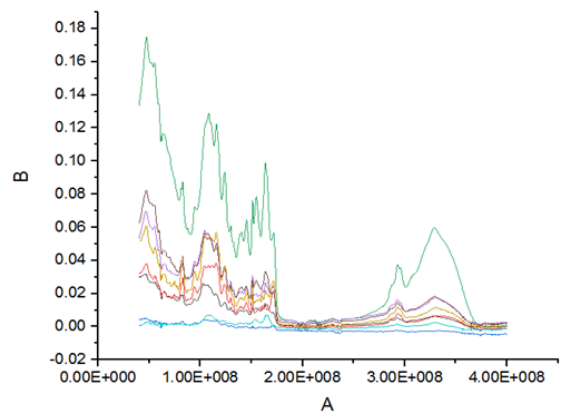
**All Bond Universal Self Etch FTIR**



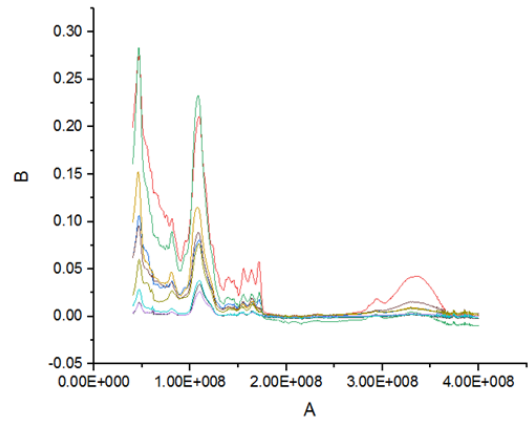
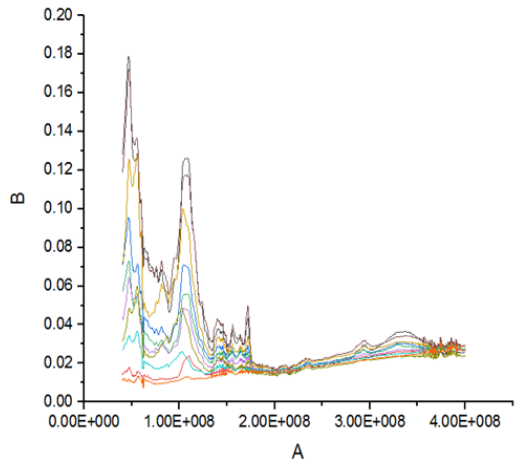
**All Bond Universal Total Etch FTIR**



**Futura Bond Universal Self-Etch FTIR**

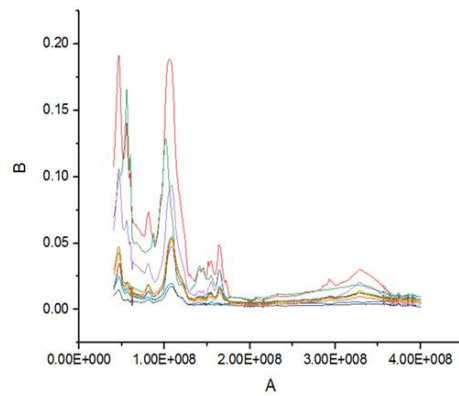
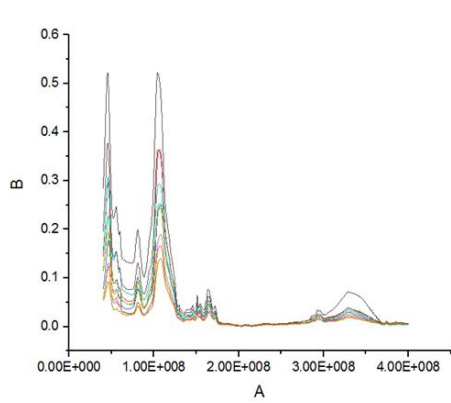


**Futura Bond Universal Total-Etch FTIR**



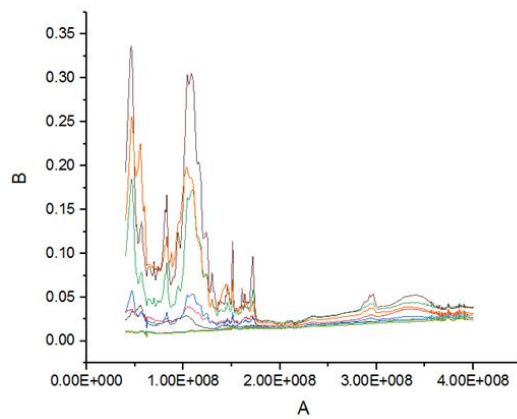
**G-Premio Universal Bond Self-Etch FTIR**

**G-Premio Universal Bond Total-Etch FTIR**



**Tokuyama Universal Bond Self-Etch FTIR**

**Tokuyama Universal Bond Total Etch FTIR**



**Clearfil SE Bond FTIR**

### 4.3. Makaslama Bağlanma Dayanımı ve FTIR Testinin Birbirleriyle İlgisinin

#### Bulguları

Makaslama bağlanma dayanımı ve FTIR analizlerinin birbirleriyle arasında istatistiksel olarak negatif korelasyon (-0.209) ile anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Markalara göre incelendiğinde G-premio Bond, All Bond Üiversal ve Tokuyama Üiversal Bond gruplarında makaslama bağlanma dayanımı ve FTIR analizi arasında anlamlı olarak fark bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). İstatistiksel deney sonuçları Tablo 4.7' de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** Makaslama Bağlanım Dayanımı ve FTIR Analizinin Birbiriyle Spearman Who Testiyle Kıyaslanması

Marka			FTIR	SHEAR
Clearfil SE Bond	FTIR	Korelasyon	1,000	-,285
		Sig. (2-kuyruklu)	.	,425
		N	10	10
	Shear	Korelasyon	-,285	1,000
		Sig. (2-kuyruklu)	,425	.
		N	10	10
Single Bond Üiversal	FTIR	Korelasyon	1,000	,278
		Sig. (2-kuyruklu)	.	,236
		N	20	20
	Shear	Korelasyon	,278	1,000
		Sig. (2-kuyruklu)	,236	.
		N	20	20
G-Premio Bond	FTIR	Korelasyon	1,000	-,371
		Sig. (2-kuyruklu)	.	,107
		N	20	20
	Shear	Korelasyon	-,371	1,000
		Sig. (2-kuyruklu)	,107	.
		N	20	20
Futura Bond U	FTIR	Korelasyon	1,000	-,513*
		Sig. (2-kuyruklu)	.	,021
		N	20	20
	Shear	Korelasyon	-,513*	1,000
		Sig. (2-kuyruklu)	<b>,021</b>	.
		N	20	20
All Bond Üiversal	FTIR	Korelasyon	1,000	-,486*
		Sig. (2-kuyruklu)	.	,030
		N	20	20
	Shear	Korelasyon	-,486*	1,000
		Sig. (2-kuyruklu)	<b>,030</b>	.
		N	20	20
Tokuyama ÜiversalBond	Shear	Korelasyon	1,000	-,571**
		Sig. (2-kuyruklu)	.	<b>,008</b>
		N	20	20
	FTIR	Korelasyon	-,571**	1,000
		Sig. (2-kuyruklu)	<b>,008</b>	.
		N	20	20



## 5. TARTIŞMA

Restoratif diş hekimliğinin en önemli öğelerinden biri olan dentin adeziv sistemler yıllardır araştırmalara konu olmaktadır. Dentin adeziv sistemlerde klinik başarının değerlendirilmesi, materyal ile diş dokusu arasındaki bağlanmanın kalitesi ve bu bağlanmanın ne kadar kalıcı olduğu ile ölçülmektedir. Bu araştırmaların temel amacı, diş dokusu ile materyal arasındaki adezyonu geliştirmektir. Bu sayede, diş yapısının korunması ve restorasyonların klinik ömürlerinin uzaması mümkün olacaktır <sup>2, 133-136</sup>.

Bu çalışma iki aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada örnekler eşit olarak self etch ve total etch metodlarına göre ikiye ayrılmıştır. Daha sonra bu gruplar n=10 olmak üzere 5 farklı alt gruba ayrılmıştır. Bu gruplara farklı olarak bir tanesi ışıksız polimerize olmak üzere beş universal bond uygulanmıştır. Kontrol grubu olarak dentin bağlanımında altın standart olarak kabul edilen bir bond (Clearfil SE Bond) kullanılmıştır. Daha sonra bu örnekler termal sikludan geçirilerek hızlı yaşlandırma protokolü uygulanmıştır. Bonding ajanların dentine bağlanmasını, makaslama bağlanma dayanımları ölçülerek değerlendirilmiştir. İkinci aşamada örnekler yine ilk aşamadaki gibi gruplara ayrılarak "bonding" uygulanmıştır. Yalnız bu aşamada örneklere kompozit uygulanması ve yaşlandırma uygulanmamıştır. Örnekler bileşenlerinin kimyasal yapısını moleküler düzeyde incelenebilmesi için "FTIR" görüntüleme tekniğiyle incelenmiştir. Bonding ajanların dentine moleküler düzeyde gösterdiği değişim değerlendirilmiştir.

Mason ve ark. <sup>137</sup> yaptığı çalışmada in vivo ve in vitro koşulları kıyaslamış, klinik ve laboratuvar sonuçları arasında belirgin farklar olmadığını ve in vitro testlerin güvenilir sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. İn vivo testlerde bazı zorluklar nedeni ile araştırmacılar çekilmiş dişlerde gerçekleştirilen in vitro çalışmalara yönelmişlerdir. İn vitro testlerin güvenilir sonuçlar verdiğini bildiren başka çalışmalar da mevcuttur <sup>138, 139</sup>. Bu nedenle bizim çalışmamız da in vitro koşullarda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda sonuçların gerçeğe daha yakın olması için insan dişleri seçildi. Morfolojik ve adeziv bağlanma gücü deneyleri sonuçları, dentin / adeziv arayüzü etkileşiminin direkt olarak uygulanan yüzeylerin özelliklerine bağlı olduğunu göstermiştir<sup>140, 141</sup>. Yapılan çalışmalarda sağlam dentine göre çürük dentin ve sklerotik dentin üzerine uygulanan aynı adeziv ajanın bağlanma gücünde yaklaşık olarak %30-40 civarında düşmeye sebep olduğu rapor edilmiştir<sup>142, 143</sup>. Bunun sebebi oluşan hibrid tabakanın çürüklü dentinde daha ince olmasıdır. Çalışmamızda örneklerin standardizasyonu için sağlam, çürüksüz dişler seçildi.

Diş çekimini takiben diş örneklerinin dehidratasyondan korunması amacıyla kullanılan bekletme solüsyonlarının da bağlanma dayanımı değerlerinin üzerinde farklı etkiler oluşturduğu belirtilmiştir. Titley ve ark.<sup>144</sup> çekim sonrası bekletme solüsyonu olarak formalin, sodyum hipoklorit, kloramin, homofiks, distile su, timol, metanol, glutaraldehit kullandıkları çalışmalarında; bu solüsyonlarda bekletilen örneklerin makaslama dayanımı değerleri arasında önemli farklılık tespit edememişler. Tosun ve ark.<sup>145</sup> ise bekletme solüsyonu olarak % 0.1' lik timol, %10' luk formol ve distile su kullandıkları çalışmalarında en yüksek bağlanma dayanımını distile suda bekletilen örneklerde elde etmişlerdir. Çalışmamızda örnekler distile su içerisinde bekletildi.

Kullanılacak dişlerin test zamanına kadar saklandığı süre de deney sonuçlarını etkilemektedir. ISO standartlarında; en doğru bağlanma kuvveti ölçümlerinin, diş çekiminin hemen sonrasında yapıldığında elde edildiği bildirilmiştir. Fakat bu durum pratikte mümkün değildir. Çekimden 6 ay sonrasında dentinde protein denatürasyonu oluşmasından dolayı dişlerin çekim sonrası en fazla 6 ay içinde kullanılması gerektiği bildirilmiştir<sup>120</sup>. Çalışmamızda kullanılan dişler de üzerlerindeki artıklardan arındırıldıktan sonra distile suda en fazla 6 ay bekletildi. Bekletildiği su 10 günde bir değiştirilmiştir.

İn-vitro yapılan çalışmalarda dentin yüzey hazırlığında standart bir smear tabakası oluşturmak amacıyla alüminyum oksit veya silikon karbit zımpara kağıtları kullanıldı. Bu kağıtların grenleri 320' den 1200' e kadar farklılıklar gösterdi. Mowery ve ark.<sup>146</sup> düşük gren sayılı silikon karbit aşındırma kağıtlarının yüksek gren sayılı aşındırma kağıtlarına göre daha yüksek ortalamalı bağlanım gücü sonuçları çıkardığını bildirmişlerdir. Finger<sup>147</sup> ve Mc Innes ile ark.<sup>148</sup> ise gren sayısının yüzey sertliğine ve bağlanım testine çok az bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte Tagemi ve ark.<sup>149</sup> laboratuvar şartlarında en iyi smear tabakası oluşturmanın yolunu hızlı dönen dental frezlerle (elmas veya karbit) yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda örnekler sürekli su altında düşük hızda çalışan elmas partiküllü diskle (Isomet, Buehler GmbH, Düsseldorf, Almanya) kesilip daha sonra 600 grenli silikon karbit aşındırma kağıtlarıyla zımparalanmıştır.

Multi-mod olarak da bilinen "üniversal" adezivler piyasadaki son jenerasyon adezivler olarak bilinir<sup>92, 150-152</sup>. Bu adezivler "all-in-one" konseptiyle tek aşamada kullanım amacıyla üretilmiş olsa da klinik şartlara göre aşama sayısı uyumlandırılmalıdır<sup>152</sup>. İyi bir universal adeziv hazırlanan kaviteye göre iki türlü asitlendirme yöntemiyle de uyumlu olmalıdır<sup>92</sup>. Çalışmamızda örneklere hem "self etch" hem de "etch and rinse" asitleme yöntemleri uygulandı.

Laboratuvar şartlarında yapılan deneylerde ağız içindeki dinamik şartları oluşturabilmek mümkündür. Termosiklus, uluslararası literatürde de kabul görmüş yaygın olarak kullanılan dinamik testlerden bir tanesidir. Termosiklus testinde ağız içindeki in vivo ortamın taklit edilmesi için restore edilmiş dişler tekrarlayan sıcak ve soğuk dönüşümlerin olduğu bir havuza konular<sup>153-155</sup>. Restore edilmiş diş, ısıtılıp soğutulduğu zaman eksudalar oluşturur<sup>113</sup>. Tekrarlayan sıcaklık değişimleriyle strese uğrayan bond bağlanmanın zayıflamasına neden olabilir<sup>153, 156</sup>. Bununla birlikte, bu stres

restorasyon kenarlarının bütünlüğünü bozup mikro sızıntıya sebep olabilir <sup>157</sup>. 5<sup>0</sup> ve 55<sup>0</sup> C suda 500 siklus uygulanması ISO TR 11450 standartlarına göre kabul edilmiş bir yaşlandırma testi biçimidir <sup>158</sup>. Termal siklus üzerine yapılan bazı araştırmalarda ISO standartlarının 500 siklus tavsiyesi yaşlandırma etkisi için çok az bulunmuştur <sup>19, 159</sup>. Gale ve Darwell yaptıkları bir çalışmada, 10000 termosiklus döngüsünün yaklaşık olarak 1 senelik ağız içi fonksiyonuna denk geldiğini bulmuşlardır. <sup>19</sup>. Termosiklusla ilgili yapılan çalışmalarda tam olarak doğru algoritmalar verilememiştir. Çalışmamızı 5<sup>0</sup> ve 55<sup>0</sup> suda 5000 siklusta 60 sn değişim süresi içerisinde gerçekleştirdik. Uyguladığımız değerler standartlara uygun ve diğer araştırmacılarla uyum içerisindedir <sup>160, 161</sup>.

Dentine bağlanma mineye göre her zaman daha zayıf olmasından dolayı her zaman sorun teşkil etmiştir. Dentine bağlanmadaki zorluk dentinin kompleks yapısı ve kimyasal içeriğinin farklı olmasından dolayıdır <sup>162</sup>. Dentin kanalları mikromekanik bağlanma için en uygun yerlerdir. Bu kanallar, içerdikleri sıvı yüzünden bağlanmayı kötü etkilerler. Bunun sebebi; derin dentinde yüzeyel dentine oranla kanal genişliğinin artmasıdır <sup>163</sup>. Çalışmamızda dentinin kompleks yapısı, bağlanım zayıflığı ve çürük tedavilerinin büyük kısmının dentin tabakasında yapılmasından dolayı dentin üzerinde adezyon incelenmiştir.

Bond bağlanma dayanım testleri kalitatif ve kantitatif olmak üzere ikiye ayrılır <sup>164</sup>. Kantitatif testlerde kırılma sertliğine ve kırılma enerjisine bakılır <sup>165, 166</sup>. Bulk materyallerin sertliğine ve adeziv rezinlerin diş yapısıyla arasındaki bond ajanına bu yöntemle bakılmıştır <sup>46, 166, 167</sup>. Bondların bağlanma kalitesini araştırmak için kalitatif testler tercih edilir. Kalitatif testler makaslama, germe, bükme, çekme, ayrılma, ekstrüzyon testleri <sup>168</sup> ve dört noktadan eğme <sup>164</sup> olarak bilinir. Kalitatif testler iyi standardize edilmiş olmalı ve yapılması kolay olmalıdır. Uygulaması en kolay olan kalitatif test ‘‘makaslama’’ testidir. Çalışmamızda bondların bağlanma güçlerini

kıyaslamak için İnstron üniversal test cihazıyla (Model: 3344, Instron Corp., Norwood, MA, ABD) makaslama bağlanma dayanımı kuvvetlerine bakıldı.

Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) ışığın infrared yoğunluğuna karşı dalga sayısını ölçen kimyasal analitik bir yöntemdir. Elektromanyetik ışık dizisinin kızılötesi bölgesi  $14000\text{ cm}^{-1}$  ile  $10\text{ cm}^{-1}$  arasındadır. Yakın dalga boylu kızıl ötesi (NIR;  $4000\sim 14000\text{ cm}^{-1}$ ), orta dalga boylu kızılötesi (MIR;  $400\sim 4000\text{ cm}^{-1}$ ) ve uzak dalga boylu kızılötesi (FIR;  $4\sim 400\text{ cm}^{-1}$ ) olmak üzere üç ana bölgeden oluşmaktadır <sup>169</sup>.

MIR spektroskopisi kimyasal olarak belirgin ve tekrarlanabilir biyokimyasal parmak izlerini oluşturan organik bileşenlerin tanımlanmasını sağlar <sup>170</sup>. Bir organik maddenin ışık dizisinde  $3600\sim 1200\text{ cm}^{-1}$  aralığına, 'fonksiyonel gruplar bölgesi' denir. İkinci bölge parmak izi bölgesi olarak tanımlanan  $1200\sim 700\text{ cm}^{-1}$  bölgesidir. Bu bölge, özellikle moleküldeki küçük yapısal ve bileşim değişikliklerini incelemekte kullanılır <sup>169</sup>, <sup>171</sup>, <sup>172</sup>. Molekülün yapısında ve bileşiminde meydana gelen küçük değişiklikler, bu bölgedeki absorpsiyon piklerinin büyük ölçüde yer değiştirmesine neden olur. Bundan dolayı, bu bölgede iki ışık dizisinin çakışması, bu iki ışık dizisinin aynı maddeye ait olduğuna bir işarettir. Bölgenin oldukça dar olması nedeniyle, bu bölgedeki titreşim frekansları, enerjilerinin birbirine çok yakın olması sebebiyle birbirlerini çok etkiler. Bu nedenle, maddelerin ışık dizilerinde görülen absorpsiyon bantları kompozit bantlardır, yani sadece bir bağ frekansından ileri gelen saf bir absorpsiyon bandı değildir. Bu bölge ışık dizisinin en karmaşık kısmıdır ve ancak diğer bölgelerden elde edilen bilgiler de dikkate alınarak bir sonuca varılabilir <sup>169</sup>, <sup>173</sup>. Ayrıca madde miktarlarıyla orantılı olarak kızıl ötesi ışık dizisindeki bantların yoğunluğu değişmekte ve bu özellikten kantitatif analizde yararlanılmaktadır <sup>171</sup>.

Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) inorganik ve organik komponentlerin moleküler yapısı hakkında çok önemli bilgiler sağlar. Maddelerin çok

yönlü analitik incelemelerine maddelere zarar vermeden izin verir <sup>174-179</sup>. FTIR mikrostpektroskopisiyle polimerizasyon derecesi ve dentin adeziv arayüzü genişliği ve uzunluğu hesaplanabilir <sup>180</sup>.

Çalışmamızda örnekleri vakum altında 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  aralığında 4  $\text{cm}^{-1}$  çözünürlükte 5 dakika süreyle 350 tarama sayısı ile tarattık. Vakum altında yapılmasıyla su buharı ve karbon dioksitin sonuçlara olumsuz etkisi de elimine edilmiş oldu.

Çalışmamızda aynı düzeyde ancak farklı yoğunluk oluşturan pikleri ayırt edebilmek için piklerin sadece üst noktalarına değil eğri altında kalan alanını hesaplayıp kıyaslama yapılmıştır.

Yapılan literatür taramalarında makaslama bağlanma dayanım değerleri değişkenlik gösterdiği gözlemlendi. Karaman ve ark.<sup>181</sup> ( $17.51 \pm 6.01 - 10.45 \pm 3.62$  MPa), Yaşa ve ark.<sup>182</sup> ( $32.29 \pm 7.20 - 9.93 \pm 2.98$  MPa) üniversal adezivlerin dentine bağlanmasında yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerleri bulurken Jayasheel ve ark.<sup>183</sup> ( $4.35 \pm 1.30 - 2.37 \pm 0.2$  MPa) düşük bağlanım değerleri bulmuştur. Çalışmamızda bulduğumuz değerler ( $9,95 \pm 1.19 - 5,45 \pm 0.34$  MPa) bu değerlerin arasında çıkmıştır.

Van Meerberk ve ark.<sup>4</sup> ile Yoshida ve ark.<sup>184</sup> fonksiyonel yapıştırıcı monomer olarak 10-MDP'nin diğer fonksiyonel yapıştırıcı monomerlerden daha iyi kimyasal bağ sağladığını ve su içinde daha stabil olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum bizim çalışmamızda içeriğinde 10-MDP bulunmayan tek bonding ajan olan Tokuyama Üniversal Bond' un makaslama bağlanma dayanım değerinin diğer bonding ajanlardan daha düşük olmasını açıklamaktadır.

Makaslama bağlanma dayanımı testinde bulduğumuz değerlerin düşük olması termosiklus hızlı yaşlandırmasına bağlanılabilir. Karaman ve ark. <sup>181</sup> yaptığı çalışmada Clearfil SE bond ile Single Bond Üniversal ve All Bond Üniversal adezivlerinin dentine makaslama bağlanma dayanımını incelemişler ve birbirleri arasında anlamlı bir fark

bulamamışlardır. All Bond Üniversal adezivinin anlamlı olarak diğer adezivlerden düşük bağlanma değerleri olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Chen ve ark. <sup>185</sup> yaptığı çalışmada Prime & Bond Elect, Scotchbond Üniversal, All-Bond Üniversal, Clearfil Üniversal Bond ve Futurabond U’u asitleme tekniğine göre dentin yüzeyinde, termal siklusla gerilme bağlanma dayanımı testi ve TEM ile yüzey analizi yapmışlardır. Çalışmalarında self etch ve total etch arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Termosiklus sonrasında anlamlı düzeyde bağlanma gücünün azaldığını bildirmişlerdir. Adeziv bonding ajanların kendi içlerinde self etch ve total etch teknikleriyle kıyaslandığında ise bağlanma dayanımlarında anlamlı farklar bulunmuştur. En yüksek bağlanım değeri Prime & Bond Elect’ te en düşük değer ise Futura Bond U’ da bulunmuştur.

Yaşa ve ark. <sup>182</sup> yaptığı çalışmada All Bond Üniversal, Gluma Bond Üniversal, Single Bond Üniversal, Clearfil SE Bond ve Optibond bonding ajanlarının self etch ve total etch olarak ayırarak bağlanma dayanımına bakmışlardır. Uygulama tekniğine bakılmaksızın en yüksek bağlanma değerlerini Single Bond Üniversal grubu gösterirken All Bond Üniversal grubu ise en düşük değerleri vermiştir. Bu çalışma sonuçları bizim çalışmamızın bulgularıyla uyumludur. Ancak bu çalışmada self etch uygulaması bizim çalışmamızla zıt olarak total etch uygulamasından anlamlı olarak daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada dezenfeksiyon için timol solüsyonu kullanılmasının farklı sonuç çıkardığı düşünülmektedir <sup>182</sup>.

Sai ve ark <sup>186</sup>. yaptığı çalışmada Adhese Üniversal, Bondmer Lightless (Tokuyama Üniversal Bond), Clearfil Üniversal Quick, G-Premio ve Scotch Bond Üniversal bonding ajanların sığır dişlerinde uygulama süreleri ve asitleme modunun mine adezyonuna etkisini makaslama dayanım testi yaparak bakmışlardır. Normal kullanıcı talimatına göre

yapılan prosedürde adezivler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Asitleme modunda total etch modunun self etch sistemine göre anlamlı olarak daha yüksek değerler gösterdiği bildirilmiştir. Ancak bu çalışmada gerçek dişlerin yerine sığır dişlerinin kullanılması ve bonding ajanların dişlerin dentin yerine mine tabakasına uygulanması sonuçların bizim sonuçlarımızdan farklılık göstermesini açıklayabilir.

Bağlar ve ark.<sup>187</sup> yaptığı çalışmada Clearfil SE Bond, Single Bond Üniversal ve All Bond Üniversal bonding ajanlarının makaslama dayanma bağlanımına bakmışlar ve Clearfil Se Bond ve Single Bond Üniversal bonding ajanının All Bond Üniversal bonding ajanına göre anlamlı olarak daha iyi bağlanma direnci gösterdiğini bildirmişlerdir ( $p<0.05$ ). Single Bond Üniversal ve Clearfil Se Bond bonding ajanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Beltrami ve ark.<sup>188</sup> mine üzerinde üniversal adezivlerin asitleme tekniğine göre makaslama bağlanma dayanımını incelemişlerdir ve total etch tekniğinin self etch tekniğine göre anlamlı olarak daha iyi bağlandığını bildirmişlerdir ( $p<0.05$ ).

Ata ve ark.<sup>189</sup> dentin üzerinde Single Bond Üniversal, All Bond Üniversal, Clearfil Üniversal Bond bonding ajanlarının asitleme yöntemine göre makaslama bağlanma dayanım sonuçlarını incelemişler ve anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bonding ajanların kendi içinde sadece Clearfil Üniversal Bond'un self etch ve total etch modu arasında anlamlı fark bulmuşlardır ( $p<0.05$ ). Tüm total-etch değerleri self etch değerlerinden düşük çıktığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada çürükten etkilenmiş dentin kullanılması sonuçların bizim çalışmamızdan farklı sonuç elde edilmesine neden olmuş olabilir.

Barutçigil ve ark.<sup>190</sup> yaptıkları çalışmada Single Bond Üniversal bonding ajanının sağlam dentinde self-etch ve total-etch tekniklerle kullanımlarının makaslama bağlanma dayanımları karşılaştırılmış, %35'lik fosforik asidin kullanıldığı total-etch



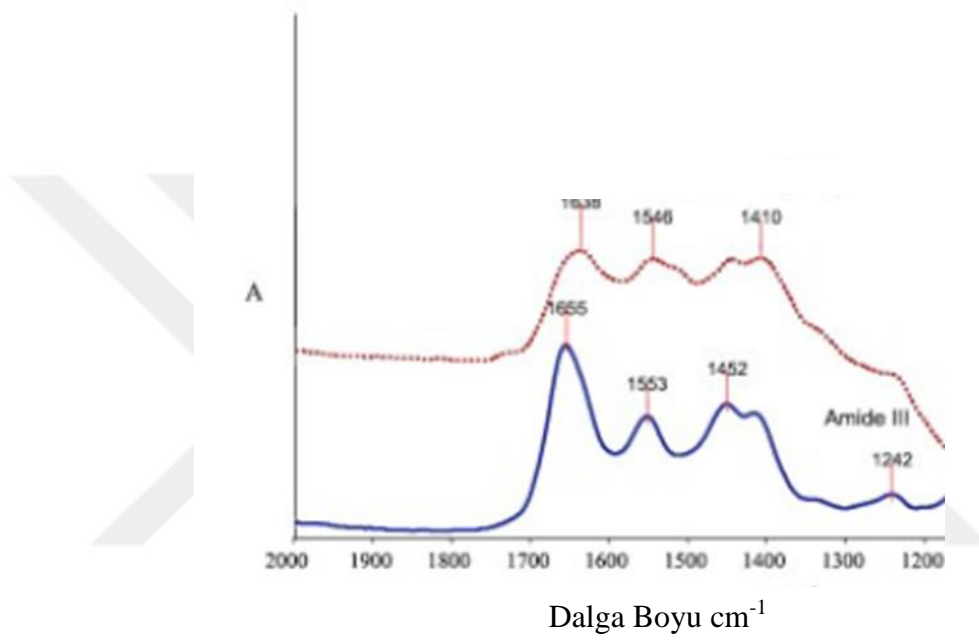
sistemin dentine bağlanma dayanımını artırdığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da Single Bond Üiversal bonding ajanının total-etch ve self-etch modu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Yaptığımız çalışmada dört farklı ışıkla polimerize olan üiversal bonding ajanın ışıksız kimyasal polimerize olan üiversal bonding ajanla hızlı yaşlandırma yöntemi ve farklı asitleme uygulamaları yaparak makaslama bağlanma dayanımlarını karşılaştırdık. Literatür taramasında kullandığımız adezivlerin hepsinin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Dentin / adeziv arayüzünün heterojen yapısına sahip olması büyük bir ilgi konusu olmuştur. FTIR analizinin dentin adeziv arayüzünün incelenmesinde iyi bir görüntüleme tekniği olduğu ispatlanmıştır. FTIR mikrospektroskopisiyle dentin adeziv arayüzünün boyunca polimerizasyon olma derecesi, kimyasal kompozisyonu ve homojenitesi, arayüzün uzunluğu ve genişliği boyunca belirlenebilir<sup>180</sup>. Çalışmamızda FTIR analizi ile adezivlerin 1690-1740  $\text{cm}^{-1}$  dalga boyu arasındaki C=O bağlarında yaptığı parmak izi piklerinin altındaki alan hesaplanarak aralarındaki fark hesaplandı. Bu aralığın alınmasının sebebi dentin ve adezivin bazı piklerinin üst üste gelmesindedir. Örneğin dentindeki mineral  $\text{v}_3 \text{PO}_4^{3-}$  ün 1068  $\text{cm}^{-1}$  dalga boyundaki pikinin 1105  $\text{cm}^{-1}$  deki  $\text{SiO}_2$ ' in pikiyle üst üste gelir ve bu da değerlendirmemizde hatalı sonuçlara neden olabilmektedir.

Yaptığımız literatür taramalarında farklı üiversal bondların dentine infiltrasyonunun FTIR analiziyle karşılaştırmasıyla ilgili herhangi bir çalışma bulunamadı. Bulunan çalışmada Spencer ve ark.<sup>128</sup> "Single Bond Üiversal" adezivin çürükten etkilenmiş ve sağlam diş dokusu üzerine uyguladıktan sonra FTIR analizi yapmış ve çürükten etkilenen dentinde pik grafiğinin daha yüksek değerlerde seyrettiğini bildirilmişlerdir (Şekil 5.1). Ayrıca yaptıkları FTIR analiziyle sağlam dentinde çürük

dentine göre daha az ışık absorbe edildiği sonucunu belirlemişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda, çürükten etkilenen dentine sağlam dentine oranla daha az miktarda adezivin infiltre olduğu bildirilmiştir<sup>191-194</sup>. Buradan sağlam dentinde farklı bonding ajanlar uygulandığında düşük pik yoğunluğu veren örneklere daha fazla bonding ajanın infiltre olduğu hipotezini kurabiliriz.



**Şekil 5.1.** Sağlam ve Çürüklü Dişlerdeki Universal Bondun FTIR Analizi<sup>128</sup>

Devamlı Eğri: Bonding Ajanlı Sağlam Diş FTIR Verisi

Noktalı Eğri: Bonding Ajanlı Çürükten Etkilenmiş Diş FTIR Verisi

Yaptığımız çalışmada kullandığımız adezivlerin pH'larının birbirinden farklı olmasını da göz önünde bulundurarak sonuçları incelediğimizde pH' 1 en düşük olan G-Premio Bond' un en düşük pikleri yapmadığını bulduk. Bu durum piklerin asit pH' 1 dışında başka değişkenlere de bağlı olduğunu göstermiştir. Ancak asitleme sistemleri kıyaslandığında oluşan piklerin total etch sisteminde, kontrol grubu ve self etch sistemine oranla anlamlı olarak daha düşük değerde çıkması; asitin bonding ajanın dentin infiltrasyonundaki önemini göz ardı edemeyeceğimizi göstermiştir.

Geneviève ve ark.<sup>195</sup> yaptığı çalışmada çekilmiş dişlerin dentin tabakası üzerine önce universal bonding ajan uygulamış ve FTIR analizi yapmış. Daha sonra bonding ajan uyguladığı yüzeyi aşındırıp tekrar FTIR analizi yapmış. Analizlerinde bizim çalışmalarımızda da incelediğimiz karbonil (C=O) parmak izi piklerinin düştüğünü gözlemlemişlerdir. Yani bonding ajanın kalınlığı azaldıkça verdiği pik yoğunluğunun azaldığını bulmuşlardır. Bu sonuç bizim çalışmamıza ters gibi görünse de bizim çalışmamızdaki “emme (absorbans)” verileri yerine “yansıtma (taransmitens)” verilerini aldığı için aslında bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda total etch sisteminde en düşük pik değerlerini Tokuyama Üiversal Bond adezivinde bulunmasını bu adezivin dentin üzerinde en fazla değişikliğe sebep olduğu şeklinde yorumlayabiliriz. Adezivin dentin üzerinde daha fazla kollajen yıkımını sağlayarak daha fazla infiltre olduğunu söyleyebiliriz.

Yaptığımız çalışmanın sonuçlarında, bütün materyallerin makaslama bağlanma dayanımı testi ve FTIR analizi değerleri birbirinden farklı sonuçlar vermiştir. Bunun sebebini her materyalin farklı içeriği ve farklı özellikleri olmasına bağlayabiliriz.

Üiversal bonding ajanlar gerek kullanım kolaylıkları gerek de uzun dönem başarıları açısından daha önceki bonding ajanı jenerasyonlarından ayrılırlar. Piyasaya yeni sürülen kimyasal polimerize olan bonding ajan, hızlı uygulama ve daha az teknik hassasiyet gibi avantajlar sunsa da bulduğumuz sonuçlarda bağlanım dayanım değerleri diğer bonding ajanlara göre daha başarısız olmuştur. İyi bir bağlanma için polimerizasyonun kalitesi önemlidir<sup>196</sup>. Polimerizasyonun kalitesini dönüşüm derecesi önemli düzeyde etkiler. Işıkla polimerize olan bonding ajanların kimyasal yolla polimerize olan bonding ajanlardan daha hızlı polimerize olduğu ve yüzdesel olarak polimerizasyon derecesinin daha fazla olduğu daha önceki yapılan çalışmalarda bildirilmiştir<sup>197</sup>. Klinik kullanımında bonding ajanların uzun dönem bağlanma dayanım

kuvvetlerinin yeterli düzeyde olması iyi bir polimerizasyona bağlı olduğundan klinik kullanımda bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Işıkla polimerize olan bonding ajanlarda polimerizasyon görünür ışık kaynağından çıkan radyan enerjinin verilmesiyle hızlıca başlar ve hemen sonlanır. Kimyasal yolla oluşan polimerizasyon ise daha yavaştır<sup>198</sup>. Ağız içi gibi dinamik bir ortamda polimerizasyonun gecikmesi yetersiz polimerizasyona; yani fiziksel ve mekaniksel olarak zayıflamalara<sup>199</sup> ve dolayısıyla da erken restorasyon başarısızlıklarına neden olabilir<sup>200-202</sup>.

Bonding ajanların tutuculuğunun başarısı açısından smear tabakasına infiltrasyonu ve uygulanacak rezinle beraber taglar oluşturması önemlidir<sup>203</sup>. Çalışmamızda en iyi infiltrasyonu yeni ışıksız kimyasal polimerize olan bonding ajan göstermiştir. Ancak iyi bir bağlanım için sadece kalın bir hibrit tabakasının yeterli olmayacağı bilinmelidir. Çalışmamız, SEM görüntüleriyle de desteklenerek tagların kalite ve kalınlıkları incelenmelidir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Makaslama testine göre en yüksek dentin bağlanma dayanımını Futura Bond U ‘‘total-etch’’ (11.68 MPa) grubunda görüldü. En düşük değeri ise All Bond Universal ‘‘self-etch’’ (4.82 MPa) grubunda görüldü.
2. Makaslama testinde her adezivin ortalama bağlanma dayanımı ,‘‘total-etch’’ grubunda daha fazla bulunmuştur. Asitleme modunda her adezivin ‘‘total-etch’’ grubu kendi içinde ‘‘self-etch’’ gruplarından anlamlı olarak yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir.
3. Adezivler içinde ABU TE, SB TE, FBU TE anlamlı olarak diğer adezivlerden daha yüksek bağlantı dayanımı gösterirken, UB SE, ABU SE, UB TE ve kontrol grubu olan Clearfil SE anlamlı olarak diğer gruplardan daha düşük bağlanma dayanımı göstermiştir.
4. FTIR analizi sonucunda en düşük değer FBU TE (1592) grubunda bulunmuştur. En yüksek değer ise ABU SE (318.409) grubunda bulunmuştur.
5. FTIR analizinde asitleme metoduna göre kıyaslandığında ‘‘total-etch’’ grupları diğer gruplardan anlamlı olarak düşük bulunmuştur. Adezivler içinde sadece G-premio ve Tokuyama’nın ‘‘total-etch’’ ve ‘‘self-etch’’ grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).
6. FTIR ve makaslama dayanımı testlerinin birbirleriyle kıyaslandığında negatif korelasyonlu olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Sonuç olarak, kliniklerde sıkça kullanılan ışıkla polimerize olan universal bonding ajanların makaslama bağlanım dayanımlarının piyasaya yeni sürülen kimyasal polimerize olan universal bonding ajandan daha iyi olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte yapılan FTIR analizinde ise kimyasal polimerize olan adezivin diğer gruplardan dentin yapısında oluşturduğu piklerden dolayı daha fazla değişikliğe neden olduğunu gördük.

Çalışmamızdaki başarısına rağmen total etch adeziv sistemlerde karşılaşılan klinik uygulamalardaki güçlük, uygulamanın fazla zaman gerektirmesi ve postoperatif duyarlılık gibi sorunlar nedeniyle self-etch tekniğini derin dentin çürüklerinde tavsiye ediyoruz. Yaptığımız çalışmada kimyasal yolla polimerize olan universal bonding ajanın mekanik özelliklerini ışıkla polimerize olan universal bonding ajanlardan daha düşük olsak da kimyasal yolla polimerize olan bonding ajanı ışığın ulaşamadığı ‘post-core, metal braket simantasyonu, rezin bazlı dolgu materyalleriyle kök kanal dolumu’ gibi tedavi protokollerinde tavsiye edebiliriz. Ancak daha önceki yapılan çalışmalarda universal bonding ajanların birbirleriyle makaslama bağlanma dayanımı ve FTIR analizinin karşılaştırıldığı çalışma yapılmamış olduğundan bu iki sonuç göz önünde bulundurulmalı ve çalışmamız klinik ile laboratuvar çalışmalarıyla desteklenmelidir.

## KAYNAKLAR

1. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry-University Of Washington-*, 2003, 28: 215-235.
2. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *Journal of Dentistry*, 1998, 26: 1-20.
3. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, Tezvergil-Mutluay A. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental materials*, 2011, 27: 1-16.
4. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt K. State of the art of self-etch adhesives. *Dental materials*, 2011, 27: 17-28.
5. Kanca 3rd J. One step bond strength to enamel and dentin. *American journal of dentistry*, 1997, 10: 5.
6. Münchow EA, Valente LL, Bossardi M, Priebe TC, Zanchi CH, Piva E. Influence of surface moisture condition on the bond strength to dentin of etch-and-rinse adhesive systems. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 2014, 13: 182-186.
7. Giachetti L, Russo DS, Bertini F, Pierleoni F, Nieri M. Effect of operator skill in relation to microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *Journal of Dentistry*, 2007, 35: 289-293.
8. Münchow EA, de Barros GD, da Silva Alves L, Valente LL, da Silva Cava S, Piva E, Ogliari FA. Effect of elastomeric monomers as polymeric matrix of experimental adhesive systems: degree of conversion and bond strength characterization. *Applied Adhesion Science*, 2014, 2: 3.

9. Alex G. Is total-etch dead? Evidence suggests otherwise. *Compend Contin Educ Dent*, 2012, 33: 12-26.
10. Spencer P, Wang Y. Adhesive phase separation at the dentin interface under wet bonding conditions. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 2002, 62: 447-456.
11. ME J. *Dentin bonding agents. Esthetic Dentistry / A clinical approach to techniques and materials* (Aschheim KW, Dale BG ed). Bask1. St. Louis, Mosby, Year Book Inc, 2001: 41-3.
12. Dumsha TC, Sydiskis RJ. Cytotoxicity testing of a dentin bonding system. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 1985, 59: 637-641.
13. Douglas W. Clinical status of dentine bonding agents. *Journal of Dentistry*, 1989, 17: 209-215.
14. Mitsui FHO, Peris AR, Cavalcanti AN, Marchi GM, Pimenta LAF. Influence of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strengths of total and self-etching adhesive systems. *Operative Dentistry*, 2006, 31: 240-247.
15. Saghiri MA, Lotfi M, Joupari MD, Aeinehchi M, Saghiri AM. Effects of storage temperature on surface hardness, microstructure, and phase formation of white mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 1414-1418.
16. Helvatjoglu-Antoniades M, Koliniotou-Kubia E, Dionyssopoulos P. The effect of thermal cycling on the bovine dentine shear bond strength of current adhesive systems. *Journal of oral rehabilitation*, 2004, 31: 911-917.
17. Lüthy H, Loeffel O, Hammerle CH. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. *Dental materials*, 2006, 22: 195-200.



18. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil J, Neumann K, Kielbassa A. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *International endodontic journal*, 2006, 39: 809-818.
19. Gale M, Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of Dentistry*, 1999, 27: 89-99.
20. Amaral FL, Colucci V, PALMA-DIBB RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2007, 19: 340-353.
21. Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM. The effect of clinically relevant thermocycling on the flexural properties of endodontic post materials. *Journal of Dentistry*, 2010, 38: 437-442.
22. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, Monaco A. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 2014, 29: 295-308.
23. Roberson T, Heymann HO, Swift Jr EJ. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Baskı. Elsevier Health Sciences, 2006.
24. Dayangaç B. *Kompozit rezin restorasyonlar*. Baskı. Güneş Kitabevi, 2000.
25. Perdigao J. New developments in dental adhesion. *Dental Clinics of North America*, 2007, 51: 333-357.
26. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 2007, 28: 3757-3785.

27. Soderholm K. Dental adhesives.... how it all started and later evolved. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2007, 9: 227.
28. McLean JW. A clinical and pathological evaluation of a sulphonic acid activated resin for use in restorative dentistry. *Br Dent J*, 1952, 93: 255-269.
29. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental research*, 1955, 34: 849-853.
30. Buonocore M, Matsui A, Gwinnett A. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Archives of oral biology*, 1968, 13: 61-120.
31. Swift E Jr PJ, Heymann H. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int*, 1995, 26: 110.
32. Eick J WR, Anderson C, Sorensen S. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res.*, 1970, 49: 1368.
33. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali di stomatologia*, 2017, 8: 1.
34. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Operative Dentistry*, 2001, 26: 119-144.
35. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dental materials*, 2005, 21: 864-881.
36. LM S. Fissure sealants: Laboratory studies. *Caries Res*, 1974, 8: 2-6.

37. Van Landuyt K DMJ, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding to Dentin: Smear layer and the process of hybridization In: G. Eliades DC, Watts T. Eliades, eds. *Dental Hard Tissues and Bonding*. G. Eliades DC, Watts T. Eliades, eds. *Dental Hard Tissues and Bonding*. Chapter 5, 2005: 89-118.
38. Vicente A BL, Romero M. Self-etching primer and non-rinse conditioner versus phosphoric acid: alternative methods for bonding brackets. *Eur J Orthod*, 2006, 28: 173-8.
39. LM: S. Fissure sealants: Laboratory studies. *Caries Res*, 1974, 8: 2-26.
40. Lambrechts P, Van Meerbeek B, Perdigao J, Vanherle G. Adhesives: Do's and don'ts. 2000.
41. Kramer PF, Zelante F, Lorenzetti Simionato M. The immediate and long-term effects of invasive and noninvasive pit and fissure sealing techniques on the microflora in occlusal fissures of human teeth. *Pediatric dentistry*, 1993, 15: 108-108.
42. Nakabayashi N PD. Hybridization of Dental Hard Tissues. Tokyo. *Quintessence Publishing Co Inc.*, 1998: 21-35.
43. Özkul S, Küçükeşmen Ç. Adezivler: Genel ilkeler ve Tekniğin Son Durumu. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2012, 1: 164-168.
44. Van Meerbeek B IS, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res*, 1992, 71: 1530-1540.
45. Albaladejo A, Osorio R, Toledano M, Ferrari M. Hybrid layers of etch-and-rinse versus self-etching adhesive systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2010, 15: e112-8.

46. Tam L, Pilliar R. Fracture surface characterization of dentin-bonded interfacial fracture toughness specimens. *Journal of dental research*, 1994, 73: 607-619.
47. Van Meerbeek B, Peumans M, Verschueren M, Gladys S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Clinical status of ten dentin adhesive systems. *Journal of dental research*, 1994, 73: 1690-1702.
48. Rueggeberg F. Substrate for adhesion testing to tooth structure—Review of the literature: A report of the ASC MD156 Task Group on Test methods for the adhesion of restorative materials Accredited standards committee MD156 for dental materials and devices. *Dental materials*, 1991, 7: 2-10.
49. Al-Salehi S, Burke F. Methods used in dentin bonding tests: An analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintessence International*, 1997, 28.
50. Buonocore M, Wileman W, Brudevold F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *Journal of dental research*, 1956, 35: 846-851.
51. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. *The Journal of the American Dental Association*, 2000, 131: 20S-25S.
52. Council on Dental Materials I, Equipment. Dentin bonding systems: an update. *The Journal of the American Dental Association*, 1987, 114: 91-95.
53. Tao L, Pashley DH, Boyd L. Effect of different types of smear layers on dentin and enamel shear bond strengths. *Dental materials*, 1988, 4: 208-216.
54. Swift EJ. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatric dentistry*, 2002, 24: 456-461.
55. Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. 2001.

56. Alex G. Adhesive considerations in the placement of direct composite restorations. *Oral Health*, 2008, 98: 109-119.
57. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of biomedical materials research*, 1982, 16: 265-273.
58. Kiremitçi A, Hürmüzlü F. İki Farklı Dentin Adezivinin Kompozitleri Dentine Bağlama Dayanıklılığının Karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2001, 2001.
59. De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of dental research*, 2005, 84: 118-132.
60. Leinfelder KF. Dentin adhesives for the twenty-first century. *Dental Clinics of North America*, 2001, 45: 1-6.
61. Tay F, Gwinnett A, Pang K, Wei S. Structural evidence of a sealed tissue interface with a total-etch wet-bonding technique in vivo. *Journal of dental research*, 1994, 73: 629-636.
62. Pashley EL, Agee KA, Pashley DH, Tay FR. Effects of one versus two applications of an unfilled, all-in-one adhesive on dentine bonding. *Journal of Dentistry*, 2002, 30: 83-90.
63. Fabianelli A, Kugel G, Ferrari M. Efficacy of self-etching primer on sealing margins of Class II restorations. *American journal of dentistry*, 2003, 16: 37-41.
64. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van BM. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *American journal of dentistry*, 2003, 16: 329-334.

65. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel–dentin adhesives: a systematic review. *Dental materials*, 2005, 21: 895-910.
66. Van Landuyt K, De Munck J, Snauwaert J, Coutinho E, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, Peumans M, Suzuki K, Lambrechts P. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *Journal of dental research*, 2005, 84: 183-188.
67. Schwartz RS, Summitt JB, Robbins JW. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*. Baskı. Quintessence publishing, 1996.
68. Tay FR, Pashley DH. Water treeing--a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *American journal of dentistry*, 2003, 16: 6-12.
69. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *American journal of dentistry*, 2003, 16: 340-346.
70. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives: Part II: etching effects on unground enamel. *Dental materials*, 2001, 17: 430-444.
71. Başaran G, Özer T, Devocioğlu Kama J. Comparison of a recently developed nanofiller self-etching primer adhesive with other self-etching primers and conventional acid etching. *The European Journal of Orthodontics*, 2009, 31: 271-275.
72. Kasraei S, Atai M, Khamverdi Z, Nejad SK. The effect of nanofiller addition to an experimental dentin adhesive on microtensile bond strength to human dentin. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*, 2009, 6: 36-41.
73. Nair M, Paul J, Kumar S, Chakravarthy Y, Krishna V. Comparative evaluation of the bonding efficacy of sixth and seventh generation bonding agents: An In-Vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 2014, 17: 27.

74. Albers HF. *Tooth-colored restoratives: principles and techniques*. Baskı. PMPH-USA, 2002.
75. Van Landuyt K, De Munck J, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding to dentin: smear layer and the process of hybridization. İçinde: *Dental Hard Tissues and Bonding*, Springer, 2005: 89-122.
76. Mjör IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 2: Initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. *Quintessence International*, 2001, 32.
77. Bouillaguet S, Virgillito M, Wataha J, Ciucchi B, Holz J. The influence of dentine permeability on cytotoxicity of four dentine bonding systems, in vitro. *Journal of oral rehabilitation*, 1998, 25: 45-51.
78. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence International*, 1993, 24.
79. Roberson TM HH, Swift EJ Jr. *Sturdevant's Art and science of operative dentistry*. Fifth Edition Baskı. St. Louis, Missouri, Elsevier Mosby, 2005.
80. Gwinnett A, Matsui A. A study of enamel adhesives: the physical relationship between enamel and adhesive. *Archives of oral biology*, 1967, 12: 1615-IN46.
81. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Operative Dentistry-University Of Washington-*, 2003, 28: 647-660.
82. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *Journal of dental research*, 1993, 72: 495-501.

83. Finger WJ, Balkenhol M. Practitioner variability effects on dentin bonding with an acetone-based one-bottle adhesive. *Journal of Adhesive Dentistry*, 1999, 1.
84. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dental materials journal*, 2005, 24: 1-13.
85. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. *Dental materials*, 1996, 12: 236-244.
86. Hashimoto M, Tay FR, Svizero NR, de Gee AJ, Feilzer AJ, Sano H, Kaga M, Pashley DH. The effects of common errors on sealing ability of total-etch adhesives. *Dental materials*, 2006, 22: 560-568.
87. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke E, Eick J, Robinson S. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *Journal of dental research*, 1998, 77: 50-59.
88. Sundfeld RH, Valentino TA, de Alexandre RS, Briso ALF, Sundefeld MLMM. Hybrid layer thickness and resin tag length of a self-etching adhesive bonded to sound dentin. *Journal of Dentistry*, 2005, 33: 675-681.
89. Yeniad B, Albayrak AZ, Olcum NC, Avci D. Synthesis and photopolymerizations of new phosphonated monomers for dental applications. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 2008, 46: 2290-2299.
90. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent*, 2005, 30: 39-49.



91. Kenshima S, Francci C, Reis A, Loguercio AD, Rodrigues Filho LE. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *Journal of Dentistry*, 2006, 34: 775-783.
92. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, De Munck J. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 2012, 40: 475-484.
93. Perdigão J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *American journal of dentistry*, 2012, 25: 153-158.
94. Kiremitçi A. GS. Dentinin ıslanma kritik yüzey gerilimi üzerine dört adeziv sisteminin etkisi. *H Ü Dis Hek Fak Derg*, 1998, 22: 47-52.
95. Frankenberger R, Lohbauer U, Roggendorf MJ, Naumann M, Taschner M. Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? *Journal of Adhesive Dentistry*, 2008, 10.
96. Torii Y, Itou K, Nishitani Y, Ishikawa K, Suzuki K. Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *American journal of dentistry*, 2002, 15: 305-308.
97. Van Landuyt K, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dental materials*, 2006, 22: 533-544.
98. Proença JP, Polido M, Osorio E, Erhardt MCG, Aguilera FS, García-Godoy F, Osorio R, Toledano M. Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems. *Dental materials*, 2007, 23: 1542-1548.
99. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of Dentistry*, 2013, 41: 404-411.

100. Tay FR PD. Aggressiveness of contemporary selfetching systems. I: depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater*, 2001, 17: 296-308.
101. Futura Bond Universal Brochure.
102. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dental materials*, 2013, 29: 139-156.
103. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Brazilian oral research*, 2017, 31.
104. Rueggeberg FA. From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2002, 87: 364-379.
105. Craig R. Denture materials and acrylic base materials. *Current opinion in dentistry*, 1991, 1: 235-243.
106. Mark A. ADAF Paffenbarger Research Center: where many new ideas for dentistry start. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 2009, 140: 10S.
107. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *European journal of oral sciences*, 1997, 105: 97-116.
108. Albers HF. *Tooth-colored restoratives: an introductory text for selecting, placing and finishing*. Baski. Alto Books, 1996.
109. Paffenbarger G, Rupp N. Composite restorative materials in dental practice: a review. *International dental journal*, 1974, 24: 1.
110. Main C, Cummings A, Moseley H, Stephen K, Gillespie F. An assessment of new dental ultraviolet sources and uv-polymerized fissure sealants. *Journal of oral rehabilitation*, 1983, 10: 215-227.

111. Ikemura K, Endo T. A review of the development of radical photopolymerization initiators used for designing light-curing dental adhesives and resin composites. *Dental materials journal*, 2010: 1009140075-1009140075.
112. Chen Y-C, Ferracane JL, Pahl SA. Quantum yield of conversion of the photoinitiator camphorquinone. *Dental materials*, 2007, 23: 655-664.
113. Youngson C, Barclay C. A pilot study of intraoral temperature changes. *Clinical oral investigations*, 2000, 4: 183-189.
114. Garcia RCR, Léon BL, Oliveira VM, Cury AADB. Effect of a denture cleanser on weight, surface roughness, and tensile bond strength of two resilient denture liners. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2003, 89: 489-494.
115. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *Journal of Dentistry*, 2002, 30: 371-382.
116. Sadr A, Ghasemi A, Shimada Y, Tagami J. Effects of storage time and temperature on the properties of two self-etching systems. *Journal of Dentistry*, 2007, 35: 218-225.
117. Ayaz DF, Tağtekin D, Yanıkoğlu F. Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2011, 2011.
118. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dental Clinics of North America*, 2007, 51: 333-357.
119. Burke F, Hussain A, Nolan L, Fleming G. Methods used in dentine bonding tests: an analysis of 102 investigations on bond strength. 2008.
120. ISO I. TS 11405: Dental materials—testing of adhesion to tooth structure. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization ISO Central Secretariat*, 2003.

121. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: a critical review of “macro” test methods. *Dental materials*, 2010, 26: e38-e49.
122. Eliades G. Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding systems. *Journal of Dentistry*, 1994, 22: 73-81.
123. Swift E, Pawlus M, Vargas M. Shear bond strengths of resin-modified glass-ionomer restorative materials. *Operative Dentistry*, 1995, 20: 138-138.
124. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dental materials*, 1995, 11: 117-125.
125. Peter R. Griffiths JADH. *Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Bask1. New York, John Wiley & Sons Inc, May 2007.
126. Parikh SJ, Chorover J. FTIR spectroscopic study of biogenic Mn-oxide formation by *Pseudomonas putida* GB-1. *Geomicrobiology Journal*, 2005, 22: 207-218.
127. Chen Y, Zou C, Mastalerz M, Hu S, Gasaway C, Tao X. Applications of micro-fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) in the geological sciences—a review. *International journal of molecular sciences*, 2015, 16: 30223-30250.
128. Spencer P, Wang Y, Katz JL, Misra A. Physicochemical interactions at the dentin/adhesive interface using FTIR chemical imaging. *Journal of biomedical optics*, 2005, 10: 031104.
129. Scotchbond universal adhesive technical product profile. 2013.
130. G-Premio BOND from GC One Component Light-Cured Universal Adhesive Brochure. 2015.
131. All Bond Universal Brochure.
132. Filtek Z250. Technical Product Profile. 3M ESPE, St. Paul, MN.

133. Bowen R. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. III. Bonding to dentin improved by pretreatment and the use of surface-active comonomer. *Journal of dental research*, 1965, 44: 903-905.
134. Asmussen E, Munksgaard E. Bonding of restorative resins to dentine: status of dentine adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *International dental journal*, 1988, 38: 97-104.
135. Asmussen E. Adhesion of restorative resins to dentin: chemical and physicochemical aspects. *Oper Dent*, 1992, 17: 68-74.
136. Bonilla E, Stevenson R, Yashar M, Caputo A. Effect of application technique and dentin bonding agent interaction on shear bond strength. *Operative Dentistry-University Of Washington-*, 2003, 28: 568-573.
137. Mason P, Ferrari M, Cagidiaco M, Davidson C. Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. *Journal of Dentistry*, 1996, 24: 217-222.
138. Gwinnett A. Micromorphological relationship between resin and dentin in vivo and in vitro. *American journal of dentistry*, 1992, 5: 19-23.
139. Heymann HO, Bayne SC. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. *The Journal of the American Dental Association*, 1993, 124: 26-36.
140. Harnirattisai C, Inokoshi S, Shimada Y, Hosoda H. Interfacial morphology of an adhesive composite resin and etched caries-affected dentin. *Operative Dentistry*, 1992, 17: 222-228.
141. Nakajima M, Sano H, Burrow M, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell C, Pashley DH. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *Journal of dental research*, 1995, 74: 1679-1688.

142. Yoshiyama M, Carvalho R, Sano H, Horner J, Brewer P, Pashley DH. Regional bond strengths of resins to human root dentine. *Journal of Dentistry*, 1996, 24: 435-442.
143. Yoshiyama M, Urayama A, Kimochi T, Matsuo T, Pashley DH. Comparison of conventional vs self-etching adhesive bonds to caries-affected dentin. *Operative Dentistry*, 2000, 25: 163-169.
144. Titley K, Chernecky R, Rossouw PE, Kulkarni G. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Archives of oral biology*, 1998, 43: 305-311.
145. Tosun G, Şener Y, Şengün A. Kompozit rezinin mineye bağlanma dayanımı üzerine farklı saklama solüsyonlarının etkisi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2005, 29: 2-6.
146. Mowery Jr A, Parker M, Davis E. Dentin bonding: the effect of surface roughness on shear bond strength. *Operative Dentistry*, 1987, 12: 91.
147. Finger W. Dentin bonding agents. Relevance of in vitro investigations. *American journal of dentistry*, 1988, 1: 184-188.
148. McInnes P, Wendt Jr S, Retief D, Weinberg R. Effect of dentin surface roughness on shear bond strength. *Dental materials*, 1990, 6: 204-207.
149. Tagami J, Tao L, Pashley DH, Hosoda H, Sano H. Effects of high-speed cutting on dentin permeability and bonding. *Dental materials*, 1991, 7: 234-239.
150. Fernando de Goes M, Sanae Shinohara M, Santiago Freitas M. Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2014, 16.

151. Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *Journal of Dentistry*, 2014, 42: 595-602.
152. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *Journal of Dentistry*, 2014, 42: 800-807.
153. El-Araby A, Talic Y. The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract*, 2007, 8: 17-24.
154. Bektas ÖÖ, Eren D, Siso SH, Akin GE. Effect of thermocycling on the bond strength of composite resin to bur and laser treated composite resin. *Lasers in medical science*, 2012, 27: 723-728.
155. Catalbas B, Uysal T, Nur M, Demir A, Gunduz B. Effects of thermocycling on the degree of cure of two lingual retainer composites. *Dental materials journal*, 2010, 29: 41-46.
156. Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y, Karezis A. Microleakage of bonded amalgam restorations: effect of thermal cycling. *Operative Dentistry*, 2000, 25: 316-323.
157. Cenci MS, Pereira-Cenci T, Donassollo TA, Sommer L, Strapasson A, Demarco FF. Influence of thermal stress on marginal integrity of restorative materials. *Journal of Applied Oral Science*, 2008, 16: 106-110.
158. ISO T. 11405 Dental materials—Guidance on testing of adhesion to tooth structure. *International Organization for Standardization, Switzerland, Genf*, 1994.
159. Nikaido T, Kunzelmann K-H, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Cox C, Hickel R, Tagami J. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond

- strength of a self-etching primer system to dentin. *Dental materials*, 2002, 18: 269-275.
160. Cal E, Türkün LŞ, Türkün M, Toman M, Toksavul S. Effect of an antibacterial adhesive on the bond strength of three different luting resin composites. *Journal of Dentistry*, 2006, 34: 372-380.
161. Price RB, Dérand T, Andreou P, Murphy D. The effect of two configuration factors, time, and thermal cycling on resin to dentin bond strengths. *Biomaterials*, 2003, 24: 1013-1021.
162. Burke FT, Qualtrough AJ, Hale RW. Dentin-bonded all-ceramic crowns: current status. *The Journal of the American Dental Association*, 1998, 129: 455-460.
163. Sensi L, Lopes G, Monteiro Jr S, Baratieri L, Vieira L. Dentin bond strength of self-etching primers/adhesives. *Oper Dent*, 2005, 30: 63-8.
164. Oilo G. Adhesion of dental materials to dentin debonding tests. *Dentine and dentin reactions in the oral cavity*, 1987: 219-224.
165. O'Brien W, Rasmussen S. A critical appraisal of dental adhesion testing. İçinde: *Adhesive Joints*, Springer, 1984: 289-305.
166. Tam L, Pilliar R. Fracture toughness of dentin/resin-composite adhesive interfaces. *Journal of dental research*, 1993, 72: 953-959.
167. Harashima I, Hirasawa T, Tomioka K, Okada J-i. Fractography of the bonding between light-cured resin and tooth substrates. *Dental materials journal*, 1988, 7: 151-159,231.
168. Haller B, Hofmann N, Kläiber B, Pfannkuch A. Beständigkeit des komposit-dentinverbundes bei künstlicher alterung. 1993.



169. Kılıç GB, Karahan AG. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi Ve Laktik Asit Bakterilerinin Tanısında Kullanılması. *Gıda/The Journal of Food*, 2010, 35.
170. Koca N, Rodriguez-Saona L, Harper W, Alvarez V. Application of Fourier transform infrared spectroscopy for monitoring short-chain free fatty acids in Swiss cheese. *Journal of dairy science*, 2007, 90: 3596-3603.
171. Van de Voort F. Fourier transform infrared spectroscopy applied to food analysis. *Food Research International*, 1992, 25: 397-403.
172. Erkahveci A, Karaali A. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spektroskopinin Gıda Analizlerine Uygulanması. 1996.
173. Gündüz T. *İnstrümental Analiz*, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Gazi Kitabevi, Ankara. *International Standard (ISO, 1976)*, ISBN975-7313-43-2, 2002.
174. Iglesias MJ, Jiménez A, Laggoun-Défarge F, Suarez-Ruiz I. FTIR study of pure vitrains and associated coals. *Energy & Fuels*, 1995, 9: 458-466.
175. Lis GP, Mastalerz M, Schimmelmann A, Lewan MD, Stankiewicz BA. FTIR absorption indices for thermal maturity in comparison with vitrinite reflectance R<sub>0</sub> in type-II kerogens from Devonian black shales. *Organic Geochemistry*, 2005, 36: 1533-1552.
176. Behrens H, Romano C, Nowak M, Holtz F, Dingwell DB. Near-infrared spectroscopic determination of water species in glasses of the system MAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (M= Li, Na, K): an interlaboratory study. *Chemical geology*, 1996, 128: 41-63.
177. Rossman GR. Analytical methods for measuring water in nominally anhydrous minerals. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 2006, 62: 1-28.
178. von Aulock FW, Kennedy BM, Schipper CI, Castro J, Martin D, Oze C, Watkins JM, Wallace PJ, Puskar L, Bégué F. Advances in Fourier transform infrared

- spectroscopy of natural glasses: From sample preparation to data analysis. *Lithos*, 2014, 206: 52-64.
179. D'Angelo JA, Zodrow EL. Chemometric study of functional groups in different layers of *Trigonocarpus grandis* ovules (Pennsylvanian seed fern, Canada). *Organic Geochemistry*, 2011, 42: 1039-1054.
180. Wang Y, Yao X, Parthasarathy R. Characterization of interfacial chemistry of adhesive/dentin bond using FTIR chemical imaging with univariate and multivariate data processing. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 2009, 91: 251-262.
181. Karaman E, Tuncer D, Karahan S, Ertan A. Farklı adeziv sistemlerin dentine makaslama bağlanma dayanımı: in vitro çalışma. *Acta Odontologica Turcica*, 2015, 32: 112-115.
182. Yaşa E, Yıldızeli D, Sayiner Z, Erdem A. İki farklı teknikle uygulanan üniversal bağlayıcı ajanların dentine olan makaslama bağlanma dayanımlarının incelenmesi. *Acta Odontologica Turcica*, 2017, 34.
183. Jayasheel A, Niranjana N, Pamidi H, Suryakanth MB. Comparative Evaluation of shear Bond Strength of universal Dental Adhesives-An in vitro study. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 2017, 9: e892.
184. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *Journal of dental research*, 2004, 83: 454-458.

185. Chen C, Niu L-N, Xie H, Zhang Z-Y, Zhou L-Q, Jiao K, Chen J-H, Pashley DH, Tay F. Bonding of universal adhesives to dentine—Old wine in new bottles? *Journal of Dentistry*, 2015, 43: 525-536.
186. Sai K, Takamizawa T, Imai A, Tsujimoto A, Ishii R, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Influence of Application Time and Etching Mode of Universal Adhesives on Enamel Adhesion. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2018, 20.
187. Bağlar S, Bayraktar Y, Ercan E, Mutluay A, Şengün A. The challenge of MDP monomer containing adhesive systems: Comparison of shear bond strengths. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2015, 25.
188. Beltrami R, Chiesa M, Scribante A, Allegretti J, Poggio C. Comparison of shear bond strength of universal adhesives on etched and nonetched enamel. *Journal of applied biomaterials & functional materials*, 2016, 14: 78-83.
189. Mehmet Ata C, Biçakci H, Zencirli Ö, Fatma C. Üç farklı universal adeziv sistemin pürüzlendirip yıkamalı ve kendinden pürüzlendirmeli kullanımının makaslama bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması. *Gaziantep Medical Journal*, 2016, 22: 209-215.
190. Barutçigil Ç, Kürklü D, Barutçigil AGDK, Arslan H. Farklı yüzey işlemleri uygulanmış dentine universal bağlayıcı ajanın bağlanma dayanımının. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2013, 2013: 324-330.
191. Kwong S-M, Tay F, Yip H-K, Kei L-H, Pashley DH. An ultrastructural study of the application of dentine adhesives to acid-conditioned sclerotic dentine. *Journal of Dentistry*, 2000, 28: 515-528.
192. Perdigao J, Swift Jr E, Denehy G, Wefel J, Donly K. In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *Journal of dental research*, 1994, 73: 44-55.

193. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B, Carvalho R, Johnson MH, Pashley DH. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *Journal of dental research*, 1996, 75: 1404-1413.
194. Kusunoki M, Itoh K, Hisamitsu H, Wakumoto S. The efficacy of dentine adhesive to sclerotic dentine. *Journal of Dentistry*, 2002, 30: 91-97.
195. Grégoire G, Sharrock P, Prigent Y. Performance of a universal adhesive on etched and non-etched surfaces: Do the results match the expectations? *Materials Science and Engineering: C*, 2016, 66: 199-205.
196. Lu H, Mehmood A, Chow A, Powers JM. Influence of polymerization mode on flexural properties of esthetic resin luting agents. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2005, 94: 549-554.
197. Eliades T, Eliades G, Brantley WA, Johnston WM. Polymerization efficiency of chemically cured and visible light-cured orthodontic adhesives: degree of cure. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 1995, 108: 294-301.
198. Kwon TY, Bagheri R, Kim YK, Kim KH, Burrow MF. Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 2012, 3: 3-16.
199. Jan CM, Nomura Y, Urabe H, Okazaki M, Shintani H. The relationship between leachability of polymerization initiator and degree of conversion of visible light-cured resin. *Journal of biomedical materials research*, 2001, 58: 42-46.
200. Vankerckhoven H, Lambrechts P, Vanbeylen M, Davidson CL, Vanherle G. Unreacted Methacrylate Groups on the Surfaces of Composite Resins. *Journal of dental research*, 1982, 61: 791-796.

201. Eliades T, Johnston WM, Eliades G. Direct Light Transmittance through Ceramic Brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 1995, 107: 11-19.
202. Rueggeberg FA, Hashinger DT, Fairhurst CW. Calibration of Ftir Conversion Analysis of Contemporary Dental Resin Composites. *Dental materials*, 1990, 6: 241-249.
203. Gwinnett A. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. *American journal of dentistry*, 1993, 6: 7-9.



## EKLER

### EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
<b>Adı Soyadı:</b>	Mevlüt Emre SÖNMEZATES
<b>Doğum Tarihi:</b>	16.05.1985
<b>Doğum Yeri:</b>	Antakya
<b>Medeni Hali:</b>	
<b>Uyruğu:</b>	T.C.
<b>Adres:</b>	Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi. Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, 25240 Yakutiye/ERZURUM
<b>Tel:</b>	
<b>Faks:</b>	
<b>E-mail:</b>	emre_sonmezates@hotmail.com
Eğitim	
<b>Lise:</b>	Hatay Özel Ata Lisesi (2003)
<b>Lisans:</b>	Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul (2004-2010)
<b>Yüksek Lisans:</b>	
<b>Doktora:</b>	
Yabancı Dil Bilgisi	
<b>İngilizce:</b>	İyi derecede ( ÜDS 80 Aralık 2010)
<b>Almanca:</b>	
<b>Rusça:</b>	
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
	Türk Diş Hekimleri Birliği
İlgi Alanları ve Hobiler	
	Müzik, Sinema, Basketbol, Tenis, Wellness, Yüzme, Kayak, Golf, Kitap

## EK-2. ETİK KURUL RAPORU



T.C  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
ETİK KURULU

Sayı : 78

02.11.2018

### RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

15.10.2018 tarihli 26 sayılı yazınız ile gönderilen Prof. Dr. Mehmet YILDIZ danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Mevlüt Emre SÖNMEZATEŞ'in birlikte hazırladığı "*Yeni Işıksız Sertleşen Universal Bondun Diğer Universal Bondlarla Bağlanma Özellikleri ve Kalitelerinin Makaslama ve FTIR Yöntemleriyle Karşılaştırılması*" konulu uzmanlık tezi için Etik Kurul başvurusu kurulumuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.

Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM  
Etik Kurul Başkanı




T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 02.11.2018  
Oturum Sayısı: 9/2018

KARAR

<b>SORUMLU ARAŞTIRMACI</b>	Prof. Dr. Mehmet YILDIZ Arş. Gör. Dt. Mevlüt Emre SÖNMEZATES
<b>Araştırmanın Açık Adı</b>	<i>Yeni Işıksız Sertleşen Universal Bondun Diğer Universal Bondlarla Bağlanma Özellikleri ve Kalitelerinin Makaslama ve FTIR Yöntemleriyle Karşılaştırılması</i>
<b>Karar No</b>	78.
<b>Alınan Karar</b>	Prof. Dr. Mehmet YILDIZ danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Mevlüt Emre SÖNMEZATES'in birlikte hazırladığı " <i>Yeni Işıksız Sertleşen Universal Bondun Diğer Universal Bondlarla Bağlanma Özellikleri ve Kalitelerinin Makaslama ve FTIR Yöntemleriyle Karşılaştırılması</i> " konulu uzmanlık tezi Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılmak şartıyla; kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oybirliği ile karar verildi.

  
Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM  
Etik Kurul Başkanı

  
Prof. Dr. A. Berhan YILMAZ

  
Prof. Dr. Ümit ERTAŞ

  
Prof. Dr. Sinan EVCİL