



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ORTODONTİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ**

**ORTODONTİK METAL VE SERAMİK BRAKETLERİN  
YAPIŞTIRILMASINDA KULLANILAN PRİMERSİZ TEK  
ADIMLIK SİSTEMİN MİKROSIZINTI VE BAĞLANMA  
DAYANIMLARININ FARKLI ADEZİV SİSTEMLERİ İLE İN  
VİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI**

**Handan BAYAR BİLEN**

**Aralık 2018  
DENİZLİ**

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİK METAL VE SERAMİK BRAKETLERİN  
YAPIŞTIRILMASINDA KULLANILAN PRİMERSİZ TEK ADIMLIK  
SİSTEMİN MİKROSIZINTI VE BAĞLANMA DAYANIMLARININ  
FARKLI ADEZİV SİSTEMLERİ İLE İN VİTRO OLARAK  
KARŞILAŞTIRILMASI

ORTODONTİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ

Handan BAYAR BİLEN

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

Denizli, 2018

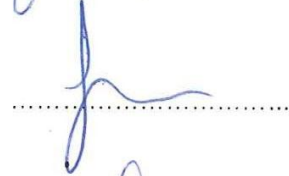
**UZMANLIK TEZİ ONAY FORMU**

Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi Handan BAYAR BİLEN'in Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU yönetiminde uzmanlık tezi olarak hazırladığı "**Ortodontik Metal ve Seramik Braketlerin Yapıştırılmasında Kullanılan Primersiz Tek Adımlık Sistemin Mikrosızıntı ve Bağlanma Dayanımlarının Farklı Adeziv Sistemleri ile İn Vitro Olarak Karşılaştırılması**" başlıklı bu çalışma, jürimizce Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Eğitim Öğretim ve Sınav Yönergesi'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek "**KABUL/RED**" edilmiştir. 27/12/2018

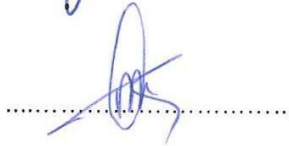
Jüri Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Yazgı AY ÜNÜVAR  
Adnan Menderes Üniversitesi



Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU  
Pamukkale Üniversitesi



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mine GEÇGELEN CESUR  
Adnan Menderes Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulu'nun  
09/10/2019 / 2019 tarih ve ...34.1.2... sayılı kararı ile onaylanmıştır.


**Prof. Dr. Hayati Murat AKGÜL**  
Dekan



Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Handan Bayar BİLEN

İmza :



## ÖZET

### ORTODONTİK METAL VE SERAMİK BRAKETLERİN YAPIŞTIRILMASINDA KULLANILAN PRIMERSİZ TEK ADIMLIK SİSTEMİN MİKROSIZINTI VE BAĞLANMA DAYANIMLARININ FARKLI ADEZİV SİSTEMLERİ İLE İN VİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Handan BAYAR BİLEN  
Uzmanlık Tezi, Ortodonti AD  
Tez Yöneticisi: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

Aralık 2018, 126 Sayfa

Çalışmamızın amacı farklı tip braketlerin yapıştırılmasında kullanılan primersiz tek adımlık adeziv sistemin etkinliğini mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı açısından in vitro koşullar altında farklı adeziv sistemler ile karşılaştırmaktır. Çalışmamızda mikrosızıntı ve bağlanma dayanımının değerlendirileceği örnekler metal ve seramik braketlerin uygulandığı 2 ana gruba, ardından da farklı adeziv sistemlerin kullanıldığı 3 alt gruba ayrılarak, 6 grup oluşturulmuştur (n=12). Braket yapıştırılmış tüm dişler termal siklus işlemine tabi tutulmuştur. Mikrosızıntı örneklerine boyama işlemleri uygulanıp, her diştten 2 kesit alınmıştır. Bağlanma dayanımı örneklerine ise sıyırma testleri uygulanıp, bağlanma dayanıklılıkları ölçülmüştür. Mikrosızıntı ve kopma bölgeleri stereomikroskop altında incelenerek, mikrosızıntı ve AAE skorlamaları yapılmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Asitlenen-yıkanan ve primersiz tek adımlık sistemlerin mikrosızıntı skorları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak kendinden asitli primer gruplarında diğer adeziv sistemlere göre oklüzal yönde anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir (p<0.05). Farklı braket tiplerinin mikrosızıntı üzerine etkisi olmamıştır. Primersiz tek adımlık sistem ile diğer sistemlerin bağlanma dayanımı değerleri benzerdir. Metal braketler kullanıldığında primersiz tek adımlık sistemin AAE skorları, diğer adezivlerden anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Kopma bölgeleri bu grupta daha çok braket-adeziv ara yüzeyinde ve adezivin kendi yapısı içindedir. Seramik braketlerde ise primersiz ve asitlenen-yıkanan sistemlerde AAE skorları benzerdir. Farklı braket tipinin kullanımı sadece asitlenen-yıkanan sistemde anlamlı farklılığa sebep olmuştur (p<0.05).

Primersiz tek adımlık GC Ortho Connect yapıştırıcının mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı değerleri açısından genel olarak konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemler ile benzerlik gösterdiği ve klinik kullanım için yeterli olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** bağlanma dayanımı, braket, mikrosızıntı, primersiz sistem

**Bu çalışma PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2018DİŞF002).**

## ABSTRACT

### IN VITRO COMPARISON OF MICROLEAKAGE AND BOND STRENGTH OF ONE-STEP SYSTEM WITHOUT PRIMER USED IN BONDING OF ORTHODONTIC METAL AND CERAMIC BRACKETS WITH DIFFERENT ADHESIVE SYSTEMS

BILEN BAYAR, Handan  
Speciality Thesis, Orthodontics  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Serpil COKAKOGLU

December 2018, 126 Pages

The purpose of this study was to compare the efficacy of the one step adhesive system without primer used for bonding different types of brackets with different adhesive system under in vitro conditions in terms of microleakage and shear bond strength. In this study, the microleakage and shear bond strength samples were divided into 2 groups including metal and ceramic brackets and then divided into 3 subgroups used different adhesive systems and finally 6 groups were formed (n=12). Thermocycling was performed to all teeth. Microleakage samples were applied to dye penetration and two parallel longitudinal sections were taken from each sample. The shear bond strength tests were performed and SBS values were measured. The microleakage and failure sites were assessed with microleakage scores and ARI using a stereomicroscope. Data were analyzed statistically.

When microleakage scores were considered, there was no statistical difference between conventional acid-etching system and one step adhesive system without primer. However, in self-acid primer groups, more microleakage was observed in the occlusal direction than the other adhesive systems ( $p<0.05$ ). Different types of brackets had no effect on microleakage. SBS values of the one-step adhesive system were similar with other adhesive systems. When metal brackets were used, the ARI scores of the one step adhesive system without primer were significantly different than the other groups. In this group, the failure sites were mostly in the bracket-adhesive interface and inside of the adhesive. In ceramic bracket groups, ARI scores of the one step adhesive and acid-etch systems were similar. The use of different types of bracket has lead to a significant difference only acid-etch adhesive group ( $p<0.05$ ).

When the results of this study were considered, one step adhesive system without primer (GC Ortho Connect) was similar to conventional acid-etching adhesive system and was sufficient for clinical use.

**Keywords:** bond strength, bracket, microleakage, system without primer

**This study was supported by Pamukkale University Scientific Research Projects Coordination Unit through project numbers 2018DISF002.**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık tez alışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini benden esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan sevgili tez danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Serpil OKAKOğLU'na,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Sayın Doç. Dr. Fırat ÖZTÜRK'e,

İstatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan Sayın Öğr. Gör. Hande ŐENOL'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli asistan arkadaşlarıma ve anabilim dalımızın diğer çalışanlarına,

Her zaman olduğu gibi uzmanlık hayatımda da beni her konuda karşılıksız destekleyip, yanımda bulunan canım aileme,

Tanıştığım ilk günden beri her konuda yanımda olan sabrını ve sevgisini benden esirgemeyen, meslektaşım ve sevgili eşim Yılmaz Zafer BİLEN'e teőekkürlerimi borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>TABLOLAR DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Amaç.....	3
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Adezyon .....	4
2.2. Diş Hekimliğinde Adezyon.....	4
2.2.1. Minenin Yapısı ve Mineye Bağlanma.....	5
2.3. Adeziv Sistemlerin Sınıflaması .....	6
2.3.1. Asitlenen-Yıkandan (Asit-Etch) Adeziv Sistemler.....	8
2.3.2. Kendinden Asitli (Self-Etch) Adeziv Sistemler.....	9
2.3.3. Cam İyonomer Adezivler .....	11
2.3.4. Universal Adezivler.....	12
2.3.5. Primersiz Tek Adımlık Adeziv Sistem .....	12
2.4. Ortodontide Mikrosızıntı .....	13
2.4.1. Mikrosızıntının Tanımı ve Nedenleri .....	13
2.4.2. Ortodontide Mikrosızıntıyı Değerlendirme Yöntemleri.....	14
2.4.2.1. İnvaziv Yöntemler .....	14
2.4.2.1.1. Boya Penetrasyonu Yöntemi .....	14
2.4.2.1.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) Analiz Yöntemi.....	16
2.4.2.2. Non-İnvaziv Yöntemler .....	16
2.4.2.2.1. Mikro-Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT).....	16
2.5. Ortodontide Bağlanma Dayanımını Etkileyen Faktörler .....	17
2.5.1. Dişe Bağlı Etkenler.....	17



2.5.1.1. Dişler Arasındaki Farklılıklar .....	17
2.5.1.2. Beyazlatma .....	19
2.5.1.3. Flor .....	20
2.5.2. Kullanılan Braket Tipi.....	21
2.5.3. Profilaktik Uygulamalar.....	22
2.5.3.1. Pomza Kullanımı .....	22
2.5.3.2. Klorheksidin Kullanımı .....	23
2.5.4. Minenin Pürüzlendirilmesi.....	24
2.5.4.1. Asitle Pürüzlendirme.....	24
2.5.4.2. Kumla Pürüzlendirme .....	25
2.5.4.3. Lazerle Pürüzlendirme.....	26
2.5.5. İatrojenik Etkenler.....	28
2.5.5.1. Nem ve Diğer Kontamine Edici Faktörler .....	28
2.6. Bağlanma Dayanımının Değerlendirilmesi.....	28
2.6.1. Bağlanma Dayanımı Testi .....	28
2.6.1.1. Bağlanma Dayanımı Testini Etkileyen Faktörler .....	29
2.7. Hipotez.....	33
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....</b>	<b>34</b>
3.1. Etik Kurul Onayı .....	34
3.2. Çalışmamızda Kullanılacak Örnek Sayısının Belirlenmesi.....	34
3.3. Örneklerin Hazırlanması.....	34
3.4. Hazırlanan Örneklerin Gruplara Ayrılması .....	35
3.5. Çalışmamızda Kullanılan Adeziv Sistemler.....	36
3.6. Termal Siklus Uygulaması.....	39
3.7. Mikrosızıntı Örneklerinden Kesit Alınması ve İncelenmesi.....	40
3.8. Bağlanma Dayanımı Örneklerine Sıyırma Testlerinin Uygulanması.....	42
3.9. Kopma Bölgelerinin İncelenmesi .....	43
3.10. Taramalı Elektron Mikroskop (TEM) Değerlendirilmesi .....	44
3.11. İstatistiksel Yöntem .....	45
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>47</b>
4.1. Mikrosızıntı Testlerine Ait Bulgular .....	47
4.1.1. Metal Braket Gruplarına Ait Mikrosızıntı Testi Bulguları .....	47
4.1.2. Seramik Braket Gruplarına Ait Mikrosızıntı Testi Bulguları .....	49
4.1.3. Tüm Gruplara Ait Mikrosızıntı Testi Bulguları .....	51
4.1.4. Adeziv-Mine ve Adeziv-Braket Ara Yüzeylerindeki Mikrosızıntı Skorlarının Karşılaştırılması .....	54
4.2. Mikrosızıntı Bulgularına Ait Stereomikroskop Görüntüleri .....	56

4.3. Sıyırma Testlerine Ait Bulgular .....	58
4.3.1. Metal Braket Gruplarına Ait Sıyırma Testi Bulguları.....	58
4.3.2. Seramik Braket Gruplarına Ait Sıyırma Testi Bulguları .....	59
4.3.3. Tüm Gruplara Ait Sıyırma Testi Bulguları .....	60
4.4. Artık Adeziv Endeks (AAE) Bulguları .....	61
4.4.1. Metal Braket Gruplarına Ait AAE Bulguları .....	61
4.4.2. Seramik Braket Gruplarına Ait AAE Bulguları .....	62
4.4.3. Tüm Gruplara Ait AAE Bulguları .....	64
4.5. Artık Adeziv Endeks (AAE) Bulgularına Ait Stereomikroskop Görüntüleri .....	66
4.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) Görüntüleri.....	67
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>70</b>
<b>6. SONUÇLAR .....</b>	<b>91</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>93</b>
<b>8. EKLER .....</b>	<b>111</b>
Ek.1.....	111
<b>9. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>112</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 2.1.</b>	Adeziv sistemlerin sınıflandırılması .....	8
<b>Şekil 3.1.</b>	Mikrosızıntı örneklerinin hazırlanması .....	35
<b>Şekil 3.2.</b>	Çalışmamızda oluşturulan grupların dağılımı .....	36
<b>Şekil 3.3.</b>	Grup 1’de kullanılan adeziv sistem .....	37
<b>Şekil 3.4.</b>	Grup 2’de kullanılan adeziv sistem .....	37
<b>Şekil 3.5.</b>	Grup 3’de kullanılan adeziv sistem .....	38
<b>Şekil 3.6.</b>	Mikrosızıntı örneklerine braketlerin yapıştırılması.....	39
<b>Şekil 3.7.</b>	Bağlanma dayanımı örneklerine braketlerin yapıştırılması.....	39
<b>Şekil 3.8.</b>	Çalışmamızda kullanılan termal siklus cihazı .....	40
<b>Şekil 3.9.</b>	Kesit alma işleminde kullanılan hassas kesme cihazı .....	41
<b>Şekil 3.10.</b>	Hassas kesme cihazında örneklerin kesilmesi .....	41
<b>Şekil 3.11.</b>	Mikrosızıntının değerlendirilmesi için metal ve seramik braketli gruplardan alınan birer kesit .....	41
<b>Şekil 3.12.</b>	Çalışmamızda kullanılan bilgisayara bağlı stereomikroskop cihazı .....	42
<b>Şekil 3.13.</b>	Çalışmamızda kullanılan Instron cihazı .....	43
<b>Şekil 3.14.</b>	Instron test cihazına bağlanma dayanımı örneklerinin yerleştirilmesi....	43
<b>Şekil 3.15.</b>	Metal ve seramik braketli örneklerden alınan birer kesit .....	44
<b>Şekil 3.16.</b>	Taramalı elektron mikroskobu için örneklerin küçültülmüş kesitleri .....	45
<b>Şekil 3.17.</b>	Çalışmamızda kullanılan taramalı elektron mikroskobu .....	45
<b>Şekil 4.1.</b>	Metal braket gruplarına ait mikrosızıntı skorlarının grafiksel görünümü	48
<b>Şekil 4.2.</b>	Seramik braket gruplarına ait mikrosızıntı skorlarının grafiksel görünümü .....	50
<b>Şekil 4.3.</b>	Tüm braket gruplarına ait adeziv-mine ara yüzeylerinde izlenen mikrosızıntı skorlarının grafiksel görünümü.....	52
<b>Şekil 4.4.</b>	Tüm braket gruplarına ait adeziv-braket ara yüzeyinde izlenen mikrosızıntı skorlarının grafiksel görünümü .....	53
<b>Şekil 4.5.</b>	Tüm dişlere ait adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı skorlarının dağılımı.....	56
<b>Şekil 4.6.</b>	Mikrosızıntı izlenmeyen metal braketli örnek .....	56
<b>Şekil 4.7.</b>	Mikrosızıntı izlenmeyen seramik braketli örnek .....	57
<b>Şekil 4.8.</b>	Mikrosızıntı izlenen metal braketli örnek.....	57
<b>Şekil 4.9.</b>	Mikrosızıntı izlenen seramik braketli örnek .....	58
<b>Şekil 4.10.</b>	Metal braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin grafiksel gösterimi .....	59

<b>Şekil 4.11.</b>	Seramik braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin grafiksel gösterimi .....	60
<b>Şekil 4.12.</b>	Tüm braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin grafiksel gösterimi .....	61
<b>Şekil 4.13.</b>	Metal braketlere ait AAE skorlarının grafiksel görünümü .....	62
<b>Şekil 4.14.</b>	Seramik braketlere ait AAE skorlarının grafiksel görünümü .....	63
<b>Şekil 4.15.</b>	Tüm gruplara ait AAE skorlarının grafiği .....	65
<b>Şekil 4.16.</b>	AAE skorlarının metal ve seramik braket gruplarına göre dağılımının grafiği .....	65
<b>Şekil 4.17.</b>	AAE skoru 0 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü .....	66
<b>Şekil 4.18.</b>	AAE skoru 1 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü .....	66
<b>Şekil 4.19.</b>	AAE skoru 2 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü .....	66
<b>Şekil 4.20.</b>	AAE skoru 3 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü .....	67
<b>Şekil 4.21.</b>	Asitlenen yıkanan adeziv sistem uygulanmış örneğin TEM görüntüsü..	68
<b>Şekil 4.22.</b>	Kendinden asitli adeziv sistem uygulanmış örneğin TEM görüntüsü.....	68
<b>Şekil 4.23.</b>	Primersiz tek adımlık sistem uygulanmış örneğin TEM görüntüsü .....	69

## TABLOLAR DİZİNİ

<b>Tablo 3.1.</b>	Çalışmamızda kullanılan adeziv sistemler ve içeriği.....	38
<b>Tablo 3.2.</b>	Adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde mikrosızıntı skorlaması.....	42
<b>Tablo 3.3.</b>	Artık adeziv endeks (AAE) skorlaması.....	44
<b>Tablo 4.1.</b>	Metal braket gruplarına ait adeziv-mine ara yüzeyindeki mikrosızıntı skorları .....	47
<b>Tablo 4.2.</b>	Metal braket gruplarına ait adeziv-braket ara yüzeyindeki mikrosızıntı skorları .....	48
<b>Tablo 4.3.</b>	Seramik braket gruplarına ait adeziv-mine ara yüzeyindeki mikrosızıntı skorları .....	49
<b>Tablo 4.4.</b>	Seramik braket gruplarına ait adeziv-braket ara yüzeyindeki mikrosızıntı skorları .....	50
<b>Tablo 4.5.</b>	Tüm grupların adeziv-mine ara yüzeylerindeki mikrosızıntı skorları .....	51
<b>Tablo 4.6.</b>	Tüm grupların adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı skorları .....	53
<b>Tablo 4.7.</b>	Tüm gruplara ait adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki oklüzal ve gingival yönlerde izlenen mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması .....	54
<b>Tablo 4.8.</b>	Tüm grupların adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeyleri ortalama mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması.....	55
<b>Tablo 4.9.</b>	Tüm dişlerin adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki oklüzal ve gingival yöndeki mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması.....	55
<b>Tablo 4.10.</b>	Tüm dişlerin ortalama mikrosızıntı skorlarının adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerdeki karşılaştırması .....	55
<b>Tablo 4.11.</b>	Metal braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri.....	58
<b>Tablo 4.12.</b>	Seramik braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri .....	59
<b>Tablo 4.13.</b>	Tüm gruplara ait bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri .	60
<b>Tablo 4.14.</b>	Metal braket gruplarına ait AAE skorları .....	61
<b>Tablo 4.15.</b>	Seramik braket gruplarına ait AAE skorları .....	63
<b>Tablo 4.16.</b>	Tüm gruplara ait AAE skorlarının dağılımı .....	64

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

AAE	: Artık adeziv endeksi
ARI	: Adhesive remnant index
Au	: Altın
Bis-GMA	: Bisfenol a glisidil metakrilat
BT	: Bilgisayarlı tomografi
dk	: Dakika
HEMA	: Hidroksietilmetakrilat
LED	: Light emitting diode
M	: Molar hacim
MDP	: Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate
mm	: Milimetre
mm <sup>2</sup>	: Milimetre kare
MPa	: Megapaskal
N	: Newton
Ort	: Ortalama
P	: Anlamlılık düzeyi
Pd	: Palladyum
Psi	: Pounds per square inch
SEP	: Self etching primer
sn	: Saniye
SS	: Standart sapma
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
TEM	: Taramalı elektron mikroskobu
W	: Watt
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
µm	: Mikrometre

## 1. GİRİŞ

Ortodontik ataçmanlar ve mine yüzeyi arasında yeterli adeziv bağlantı sağlanması ortodontik tedavinin başarılı olmasında en önemli faktörlerden birisidir (Zachrisson ve Büyükyılmaz 2012). Mine yüzeyine %85'lik fosforik asidin 30 saniye süreyle uygulanması ile akrilik rezinlerin mineye tutuculuğunun arttığı, ilk olarak 1955 yılında gösterilmiştir (Buonocore 1955). Ardından Newman (1965), %40'lık fosforik asit ile pürüzlendirilen mine yüzeyine ortodontik braketleri epoksi reçine kullanarak doğrudan yapıştırmıştır. Zachrisson (1977), direkt bonding uygulaması üzerine geniş bir grupta tedavi sonuçlarını yayınlayan ilk kişi olmuştur. Ortodontik ataçmanların direkt veya indirekt bonding tekniği kullanılarak diş yüzeyine yapıştırılması amacıyla ortodonti kliniklerinde rutin olarak uygulanan prosedür; diş yüzeyinin temizlenmesi, mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi, bağlayıcı ajan uygulanması ve braketin diş yüzeyine yapıştırılması basamaklarını içermektedir (Zachrisson ve Büyükyılmaz 2012).

Ortodontide kullanılan adeziv sistemlerin polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak diş-adeziv-braket ara yüzeyinde mikrosızıntı gerçekleşebilir. Mikrosızıntının en önemli nedeni kullanılan yapıştırıcı materyal ile diş sert dokularının ısı değişimleri karşısında gösterdikleri genleşme ve büzülme oranlarının farklı olmasıdır. Bu fark nedeniyle ağız içi ısının değişmesi, materyal ve diş yüzeyleri arasında negatif basınç oluşturarak ağız içi sıvılarının sızmasına neden olur (Bullard vd 1988). Ancak mükemmel bir adezyonla mikrosızıntı, mikrosızıntının neden olduğu demineralize alanlar ve başlangıç çürük oluşumu önlenir (Van Meerbeek vd 1998).

Sabit ortodontik tedavinin başarısını etkileyen faktörlerden biri de dişlere yapıştırılan aparatların çiğneme ve tedavi sırasında uygulanacak mekanik kuvvetlere dayanabilecek şekilde bağlanabilmesidir (Millett vd 2009). Ancak braketlerin mineye bağlanma kuvvetinin çok fazla olması da braket sökümü esnasında mineye zarar verebilme ihtimali sebebiyle istenmemektedir (Ryu vd 2011). Dişlere yapıştırılan ataçmanların ortodontik tedavi süresince yeterli bağlanma dayanımı göstermesi ve debonding aşamasında mineye zarar vermeyecek şekilde diş yüzeyinden uzaklaştırılabilir olması kullanılan adeziv sistemlerden istenilen bir özelliktir.

Adeziv sistemler mineye bağlanma mekanizmalarına göre asitlenen ve yıkanan (etch&rinse), kendinden asitli (self&etch) ve cam iyonomer adeziv sistemler olarak sınıflandırılmaktadır (Roberson vd 2002). Asitlenen-yıkanan adeziv sistemler, asitle

pürüzlendirme ve asitin yıkanması aşamasını gerektirirler. Bu sistemlerde diş yüzeyine öncelikle asit uygulanarak smear tabakası kaldırılır ve yüzey koşulları değiştirilir. Mine yüzeyi asitlendikten ve yıkanıp kurutulduktan sonra tebeşirimsi bir yüzey elde edilir. Bu yüzeye primer, ince bir tabaka halinde sürülür, hava sıkılır ve tabaka iyice inceltir. Primerler, mine yüzeyinin daha iyi ıslanmasını, yapıştırıcı patın daha kolay tutunmasını, asitlenen mine yüzeyinin nemden korunmasını sağlamak ve braket kaidesi ile mine yüzeyi arasında kimyasal bir bağlantı kurmak amacıyla kullanılmaktadırlar. Fakat primerlerin ortodontik tedavide kullanımının gerekli olup olmadığı tartışmalıdır (Wang ve Tarng 1991).

Kendinden asitli adeziv sistemler ise primer sürülmesiyle adeziv ve mine yüzeyinin örtülmesi işlemlerini tek bir asidik primer uygulaması ile gerçekleştirmektedir. Böylece bu sistemlerde asitleme, yıkama ve kurutma basamakları elimine edilmiştir. Bu nedenle de kendinden asitli adeziv sistemler, hekime klinikte braketlerin mine yüzeyine yapıştırılması sırasında hasta başında geçen sürenin kısaltılması ve uygulama sırasındaki basamakların azaltılarak hata payının en aza indirgenmesi gibi avantajlar sağlamaktadır (Van Meerbeek vd 2003).

Son zamanlarda ortodontistlerin kullanımına sunulmuş olan primersiz tek adımlık sistemde ise primer doğrudan kompozit yapıştırıcı materyale dahil edilmiş şekildedir. Asitlenmiş mine yüzeyine primer uygulanmaksızın doğrudan yapıştırıcı kompozitin uygulanmasını sağlayan bu sistemlerde, braketleme işlemi öncesi dişlere asitlenen ve yıkanan sistemlerdeki gibi asitleme işlemi uygulanır. Yıkama ve kurutma işlemleri sonrası herhangi bir primer uygulamadan yapıştırıcı kompozit direkt olarak braket kaidesine yerleştirilerek, braket diş yüzeyinde pozisyonlandırılır.

Primersiz tek adımlık adeziv sistemlerden, bonding aşamasında uygulanan basamak sayısını azalttığı için hem oluşabilecek kontaminasyon riskini azaltması hem de klinisyenlere zamandan tasarruf sağlaması beklenmektedir. Yapılan literatür incelemesinde asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli adeziv sistemleri mikrosızıntı ve braket bağlanma dayanımı açısından değerlendiren birçok çalışma olduğu görülmüştür. Ancak primersiz tek adımlık adeziv sistemlerin braket bağlanma dayanımına etkisini değerlendiren az sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Aydın Şanlıtürk 2018, Shapinko vd 2018). Bu tez çalışması ile primersiz tek adımlık adeziv sistemlerin hem mikrosızıntı hem de braket bağlanma dayanımı üzerine etkileri değerlendirilerek literatürde var olan eksikliğin giderilmesi planlanmaktadır.



## 1.1. Amaç

Bu tez çalışmasının amacı, farklı tip braketlerin yapıştırılmasında kullanılan primersiz tek adımlık adeziv sistemin etkinliğini mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı açısından in-vitro koşullar altında farklı adeziv sistemleri ile karşılaştırmalı olarak incelemektir.



## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Adezyon

Adezyon ya da bağlanma bir maddenin başka bir maddeye tutunmasıdır. Adezyonu oluşturan maddeye ise adeziv adı verilmektedir (Roberson vd 2002).

Bağlanma üç farklı mekanizma ile gerçekleşmektedir;

➤ Fiziksel bağlanma: Hidrojen bağları, Van Der Waals kuvvetleri veya diğer elektrostatik etkileşimler gibi sekonder kuvvetler sonucu farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında gerçekleşen zayıf bir bağlanma türüdür.

➤ Kimyasal bağlanma: Farklı yapıdaki atomların yüzeyleri arasında oluşan bağlanmadır. İyonik, kovalent ve metalik bağlar gibi primer kimyasal bağların etkisi ile oluşur.

➤ Mekanik bağlanma: Geometrik ve reolojik etkenlere bağlı olarak düzensiz yüzeyler arasında meydana gelen güçlü bir kilitlemedir. Yüzey pürüzlülüğü veya mikroskobik porözitenin neden olduğu mekanik bağlanma geometrik etkenlere, materyalin akışkanlık özelliğinden dolayı bir çıkıntı etrafına akması ve büzülerek tutunması ise reolojik etkenlere örnektir. Bağlantı yüzeyindeki pürüzlülük mikrometre boyutlarında ise buna mikromekanik tutuculuk denir (Roberson vd 2002).

### 2.2. Diş Hekimliğinde Adezyon

Diş hekimliğinde kullanılan rezin materyallerin diş yapısına bağlanması mekanik, difüzyon, adsorpsiyon ve bu üç mekanizmanın kombinasyonu ile gerçekleşmektedir. Mekanik olarak bağlanma mekanizmasında, rezinin penetrasyonu ve diş yüzeyinde rezin tagların oluşumu etkili olmaktadır. Difüzyon mekanizmasında, rezin monomerlerin mekanik ya da kimyasal olarak bağlanabileceği diş yüzeylerine materyallerin çökmesi söz konusudur. Adsorpsiyon mekanizmasında ise dişin inorganik bileşeni olan hidroksiapatit kristalleri ve organik bileşeni olan Tip I kollajene kimyasal bir bağlanma oluşmaktadır. Bu üç mekanizmanın kombinasyonu da rezinlerin diş yapılarına bağlanmasında dördüncü mekanizmayı meydana getirmektedir (Roberson vd 2002).

İyi bir bağlanma için adeziv ve mine arasında mesafe az olmalıdır. Temas açısının sıfır derece olması, sıvının tamamen dağılıp yüzeyi tamamen ıslatması anlamına gelmektedir. Ayrıca adezivin yüzey gerilimi minenin yüzey enerjisinden daha küçük olmalıdır. Rezinlerin diş yapısına bağlanmasındaki temel problem metakrilat esaslı rezinlerin serbest radikal polimerizasyonu sırasında büzülmesidir. Bu nedenle adeziv rezinin büzülme streslerine direnç gösterecek güçlü bir bağ oluşturması gereklidir (Roberson vd 2002).

### **2.2.1. Minenin Yapısı ve Mineye Bağlanma**

Mine dokusu ağırlıkça %95 inorganik, %4 organik, %1 su; hacimce %86 inorganik, %2 organik, %12 su içeriğine sahiptir. Mine dokusu dentine göre daha fazla inorganik madde içermektedir. Dentine göre daha yüksek yüzey enerjisine sahiptir ve daha az su içermektedir. Mine dokusu bu özellikleri sayesinde adezivlerin bağlanması açısından dentine göre daha elverişlidir (Roberson vd 2002).

Buonocore (1955), rezin esaslı materyallerin bağlantısını arttırmak amacıyla mineye asit uygulanmasını ilk öneren araştırmacı olmuştur. Sonraki çalışmalar, mineye bağlanmayı arttıran temel mekanizmanın asitlenmiş mine yüzeyindeki mikroporözitelere penetre olmuş olan rezin tagların oluşumu ile gerçekleştiğini göstermiştir (Buonocore vd 1968, Kerby vd 2005, Perdigão vd 2006).

Pürüzlendirilmiş mine ile adeziv rezinler için ideal bir bağlanma yüzeyi elde edilmektedir. Bağlayıcı ajanların mine içerisine kadar uzanan kısımlarına rezin tag denilmektedir. Düşük viskoziteli rezin uygulanması ile interprizmatik boşluklara olan rezin penetrasyonu sonucu rezin tagların oluşması mikromekanik bağlantıyı meydana getirmektedir. Makrotaglar, rezinin mine prizmalarını çevreleyen boşlukları doldurmasıyla oluşmaktadır. Mikrotagların meydana gelmesi ise rezinin mine prizmalarının kor yapısını doldurmasıyla gerçekleşmektedir. Diğer bir ifadeyle mine prizmalarının dış yüzeyleri arasında makrotaglar oluşurken, mine prizmaları içinde ağ şeklinde dağılım gösteren kısımlar mikrotaglardır. Rezin-mine arasındaki bağlantının gücü asitlenmiş mine yüzeyinde gözlenen rezin uzantılarının çaplarının toplam alanına bağlıdır (Van Meerbeek vd 2003).

Minenin asitlenmesi sonucunda ortaya çıkan mikromorfolojik yapılar Tip I, Tip II ve Tip III asitleme modeli olarak ifade edilmektedir. Tip I asitleme modelinde mine prizmalarının korları çözünürken periferleri çözünmez. Bu görüntü "bal peteği görünümü" olarak adlandırılır. Tip II asitleme modelinde ise mine prizmalarının periferleri çözünür, ancak korları sağlam kalır. Tip I ve Tip II asitleme modellerine benzeyen alanlar içeren ve belirgin bir prizma morfolojisi fark edilmeyecek şekilde

erime alanlarının görüldüğü asitleme modeli ise Tip III olarak tanımlanmaktadır (Silverstone vd 1975).

Minenin asitlenmesinin amaçları; mineyi temizlemek, minedeki smear tabakasını uzaklaştırmak, prizmatik ve interprizmatik mineral kristallerini uzaklaştırarak mikroporöziteyi ve minenin yüzey enerjisini arttırmaktır (Nakabayashi ve Pashley 1998). Minenin asitlenmesi için sıklıkla kullanılan asit tipi fosforik asittir. Yüzey temizlenmesi ve mineral çözülmesi için 15-30 sn süresince mineye uygulanması tavsiye edilmektedir (Gardner ve Hobson 2001). Fosforik asit ile yapılan rutin mine pürüzlendirmesinde oluşan yapı uniform değildir. Mine %37'lik fosforik asit ile pürüzlendirildiğinde yüzeyden 10 µm'luk bir tabaka kaldırılır ve mine prizmalarının gövdeleri 10-20 µm derinliğe kadar açılır. Böylece yüzey enerjisi ikiye katlanır ve adeziv yüzeyi daha iyi ıslatır (Zhu vd 2014). Mine yapısındaki değişimler mikroskobik olarak yüzeyden 100-200 µm aşağıda meydana gelmesine rağmen bildirilen gerçek kayıp asitleme zamanı ve dişler arasındaki farklılığa bağlı olarak 10-170 µm arasında meydana gelmektedir (Fjeld ve Øgaard 2006).

### 2.3. Adeziv Sistemlerin Sınıflaması

Ortodontide kullanılan adeziv sistemler geliştirildiği günden bugüne kadar birçok ilerleme kaydetmiştir. Adeziv sistemler sürekli gelişime uğradığından sınıflandırmaları da çeşitlilik göstermektedir. Adeziv sistemlerinin sınıflandırılmasında, geliştirildikleri tarihler esas alınarak yapılan "kronolojik sınıflandırma" ve kimyasal içeriklerine göre yapılan "yapısal sınıflandırma" birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır.

Bu sınıflamalar arasından adeziv sistemler tarihsel gelişim ve bağlanma dayanıklılıklarına göre 7 grupta sınıflandırılmaktadır;

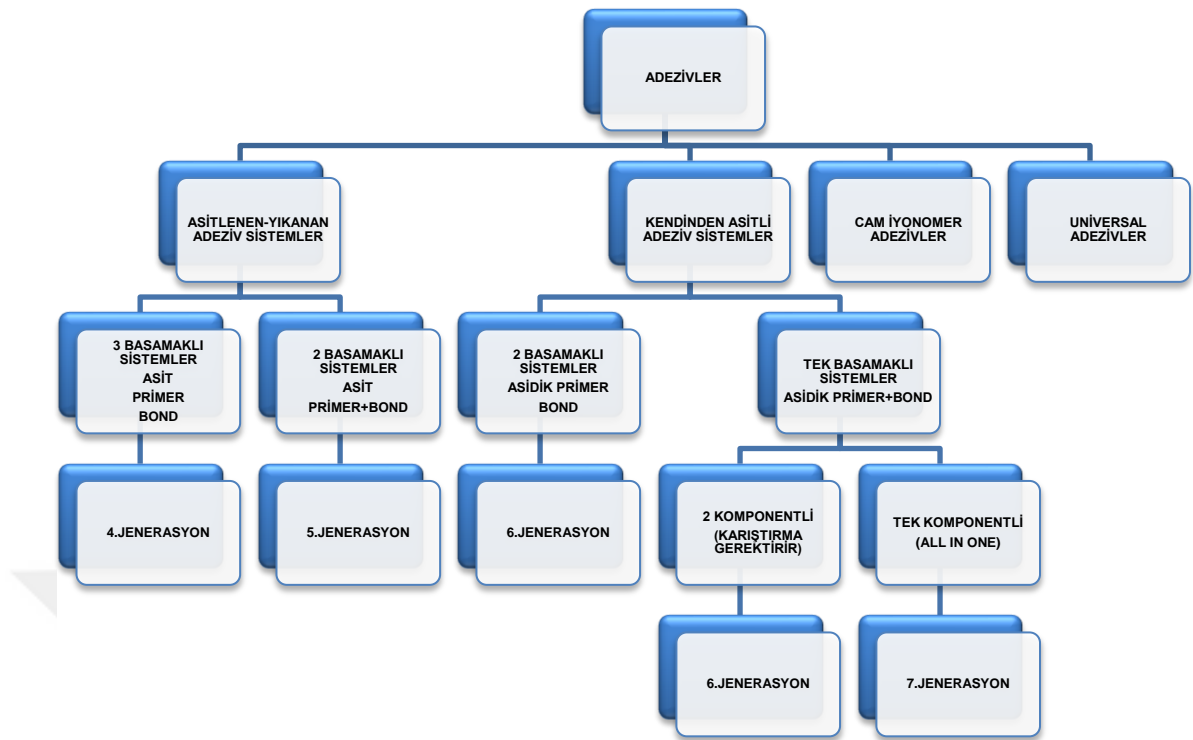
- Birinci nesil adeziv sistemler hidrofobik oldukları için bağlanma dayanıklılıkları 1-3 MPa civarında olup oldukça düşüktür.
- İkinci nesil adeziv sistemlerin ortalama bağlanma dayanıklılıkları ise 1-10 MPa'dır. Birinci ve ikinci nesil adeziv sistemler smear tabakası üzerine uygulanarak dentinin inorganik yapısına bağlanma amacıyla geliştirildiği için istenilen başarı elde edilememiştir.
- Üçüncü nesil adeziv sistemler, smear tabakasını modifiye ederek rezinin dentine penetrasyonunu sağlamayı amaçlamıştır. Bağlanma dayanımı yaklaşık olarak 10-14 MPa civarındadır.
- Dördüncü ve beşinci nesil adeziv sistemler ise smear tabakasını tamamen uzaklaştıran sistemlerdir. Dördüncü nesil adeziv sistemler 3 basamaklı asitlenen ve

yıkanan sistemlere (total-etch adezivler) denk gelirken, beşinci nesil adeziv sistemler ise 2 basamaklı asitlenen ve yıkanan sistemlere denk gelmektedir.

➤ Altıncı ve yedinci nesil adeziv sistemler ise smear tabakasını çözürek etki göstermektedir. Altıncı nesil adeziv sistemler 2 basamaklı kendinden asitli sistemlere (self-etch adezivler) denk gelir. Yedinci nesil adeziv sistemler “all in one” olarak da bilinen tek basamaklı kendinden asitli sistemlere denk gelmektedir (Türker ve Ayna 2018).

Günümüzde ise modern dental adeziv sistemlerin “etki mekanizmaları” göz önüne alınarak yapılan sınıflandırmalar daha objektif bir yaklaşım olarak kabul görmektedir. İlk bağlanma ajanları çok basamaklı sistemlerden meydana gelirken, son geliştirilen sistemler teknik hassasiyeti ve manipülasyon süresini kısaltmak amacıyla uygulama prosedürünün basitleştirilmesine odaklanmıştır. Adeziv sistemler adezyon stratejilerine göre asit-etch, self-etch ve cam iyonomer adezivler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Van Meerbeek 2003). Cam iyonomer adezivlerin ise bağlanma mekanizmasının self-etch adezivlerin bağlanma mekanizması ile benzer olduğu bildirilmiştir. Her iki adeziv sistemde de hibridizasyon görülmektedir (Van Meerbeek 2005).

Adeziv teknolojisinde son olarak universal ya da multimod olarak adlandırılan ve hem self-etch hem de asit-etch olarak kullanılan tek şişe adezivler üretilmiştir. Bu adezivler bir adezivi bütün uygulama şekilleri ile kullanabilmek amacıyla geliştirilmiş “multi-mode” veya “çok amaçlı” adezivler olarak da adlandırılan sistemlerdir (Chen vd 2015). Şekil 2.1’de adeziv sistemlerin sınıflandırılması gösterilmiştir.



**Şekil 2.1.** Adeziv sistemlerin sınıflandırılması

### 2.3.1. Asitlenen-Yıkanan (Asit-Etch) Adeziv Sistemler

Asitlenen-yıkanan adeziv sistemler, asitleme basamağını içeren ve asitleme sonrasında yıkama işlemi gerektiren sistemlerdir. Bu sistemler iki ve üç basamaklı olmak üzere ikiye ayrılır. Üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler (4. jenerasyon); asitleme, primer ve adeziv rezin olmak üzere üç ayrı uygulama basamağı içermektedir. İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerde (5. jenerasyon) ise asitleme sonrası primer ve adeziv rezin tek şişede birleştirilerek uygulama basamağı toplamda ikiye indirilmiştir. İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler tek şişe adezivler “one bottle” olarak da isimlendirilmektedir (Tay ve Pashley 2003, Van Meerbeek vd 2004, Türker ve Ayna 2018).

İki ve üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerin her ikisinde de bağlanma mekanizması aynıdır. Minede asitleme sonrasında hidroksiapatit kristalleri çözünür. Mine yüzeyinde mikro boşluklar oluşur. Oluşan mikro boşluklara adeziv rezinin infiltre olması ile rezin taglar meydana gelir (Van Meerbeek vd 2003).

Asitle çözünme minenin yapısının çeşitli kısımlarında farklılık göstermektedir. Asit uygulaması, özellikle interprizmatik ve prizmatik mine arasında çok ince ve pürüzlü bir yüzey topografisi oluşturmaktadır. Asitle pürüzlendirme sırasında mekanik tutunmayı sağlayan yapı interprizmatik alanların açılmasıdır. Bonding materyalinin bu asitlenmiş

alanlara ulaşıp polimerize olması retansiyon açısından önem taşımaktadır. Bonding materyallerinin yüzeyi ıslatabilmesi için mine yüzey enerjisinin, uygulanacak bonding materyalinin yüzey enerjisinden daha yüksek olması gerekmektedir. Bu özellik nedeniyle asitle pürüzlendirme işlemi, düşük yüzey enerjili hidrofobik yüzeyin neredeyse rezin materyalini emen yüksek enerjili hidrofilik yüzeye dönüşmesini sağlamaktadır (Øgaard ve Fjeld 2010).

Mattick ve Hobson (2000) yaptıkları çalışmada mine yüzeyine uygulanan asidin, insan dişlerinin sadece %5'inde ideal bir aşınma modeli oluşturduğunu ve yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin buna bağlı olmadığını bildirmişlerdir. Bu varyasyonun minenin çözünme oranında değişim ve aprizmatik minenin varlığı ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Daronch vd 2003).

Bugüne kadar yapılan in-vitro ve in-vivo araştırmalar, asitlenen-yıkanan adeziv sistemler ile minede iyi bir adezyon elde edildiğini göstermiştir (Peumans vd 2005, Van Meerbeek vd 2005, Pivetta vd 2008). Genellikle üç basamaklı asitlenen-yıkanan adeziv sistemler, iki basamaklı asitlenen-yıkanan adeziv sistemlerden daha üstün bulunmuştur. Çalışmalarda üç basamaklı sistemlerin oluşturduğu bağların daha dayanıklı olduğu gösterilmiştir (Van Dijken 2000, Inoue vd 2001). Bu nedenle bu adezivler altın standart olarak kabul edilmektedir (Van Meerbeek vd 2005).

Avantajlarının yanında bu sistemlerin bazı dezavantajları da mevcuttur. Uygulama basamakları fazladır. Bu nedenle uygulaması zaman alabilmektedir (Chiba vd 2006). Asitleme ve yıkama aşamalarından dolayı teknik hassasiyetleri fazladır (Van Meerbeek vd 2005). Asitle pürüzlendirme sonrası oluşan porözlü mine yapısı, normal mineden daha fazla çözünürlüğe sahip olduğundan, bazı araştırmacılar braketler çevresinde oluşan beyaz nokta lezyonlarından fosforik asit uygulamasını sorumlu tutmaktadırlar (Oho ve Morioka 1990, Al-Khateeb vd 2000, Knösel vd 2012, Lasmar vd 2012). Ancak çalışmalarda asitlenmiş ve rezin uygulanmamış minenin birkaç gün içerisinde nispeten hızlı bir şekilde yeniden mineralize olduğu bildirilmiştir (Øgaard ve Fjeld 2010).

### **2.3.2. Kendinden Asitli (Self-Etch) Adeziv Sistemler**

Geleneksel asitlenen-yıkanan sistemlerde uygulanan fosforik asitle pürüzlendirme aşamasını gerektirmeyen, asitleme ve primer uygulamalarını tek basamakta birleştiren sistemlerdir (Van Meerbeek vd 2003, Øgaard ve Fjeld 2010).

Asidik primer olarak adlandırılabilen self-etch primer (SEP)'lerin aktif içeriği fosforik asit ve metakrilattır. Bu içerikteki fosfat grubu hidroksiapatitten kalsiyumu uzaklaştırır. Mineden ayrılan kalsiyum suyla yıkanıp uzaklaştırılmaz. Bu yüzden

çözölmüş kalsiyum, fosfat grubuyla kompleks bir yapı oluşturur ve sonra rezin matriks içerisinde birleşir. Hava uygulanması sonucu primer içeriğinden çözücü ayrılır ve sonrasında primer monomeri ışıkla polimerize olur (Büyükyılmaz vd 2003, Fjeld ve Øgaard 2006, Øgaard ve Fjeld 2010).

Self-etch primer sistemlerin asitleme modelinin, geleneksel asitlenen-yıkanan sistemlerden farklı olduğu belirtilmiştir (Bishara vd 1999, Øgaard ve Fjeld 2010). Minenin asitle pürüzlendirilmesinde oluşan mikrotag ve makrotag formasyonu ile birlikte izlenen belirgin bal peteği görünümünün aksine 3-4 µm kalınlığında düzensiz ve pürüzsüz bir hibrid tabakası ve düzensiz tag formasyonu izlenmektedir. Self-etch sistemler ile elde edilen bağlanmanın büyük bir kısmı minedeki kalsiyuma bağlantı yapan kimyasal bağlardan meydana gelmektedir (Brantley ve Eliades 2001, Eliades 2006)

Bu sistemler ayrı bir bağlayıcı ajanın uygulanıp uygulanmamasına göre iki ve tek basamaklı olarak sınıflandırılmaktadır. İki basamaklı kendinden asitli adezivlerde (6. jenerasyon) ilk basamak asidik primer içeren hidrofilik solüsyondan oluşur. İkinci basamak ise adeziv rezinden oluşan hidrofobik solüsyondur. Tek basamaklı kendinden asitli adezivlerde (7. jenerasyon) asit, primer ve adeziv rezin (bağlayıcı ajan) bir şişe içerisinde kombine edilmiştir. Bu adezivler "all in one" diye de adlandırılır (Bishara vd 2005, Giannini vd 2015). Tek basamaklı kendinden asitli adeziv sistemler ile yüzeyin pürüzlendirilmesi, primer uygulaması ve bonding işlemleri dış yüzeyine solüsyonun uygulanmasıyla tek basamakta tamamlanır. Bu adeziv sistemlerin kullanımı pürüzlendirme derinliği ile rezin monomer penetrasyonu arasındaki uyumsuzluğun önlenmesini sağlamaktadır (Van Meerbeek vd 2003, Cal-Neto ve Miguel 2006, Iijima vd 2008).

Bu sistemlerin avantajları arasında uygulama sırasındaki basamak sayısının azaltılması ve hasta başında geçen sürenin kısaltılması sayılabilir (Van Meerbeek vd 2003, Bishara vd 2005, Romano vd 2005).

Literatürde self-etch primerlerin bağlanma dayanımı değerlerinin asit-etch sistemlerden daha düşük olduğunu ve self-etch primerlerin minede daha az çözünmeye neden olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Yamada vd 2002, Bishara vd 2006, Chu vd 2011, Mansour vd 2011, Zope vd 2016). Ancak self-etch primerleri, konvansiyonel asit-etch sistemlerle karşılaştıran başka çalışmalarda bağlanma değerleri arasında farklılık bulunmamıştır (Cal-Neto vd 2006, Attar vd 2007). Self-etch primerlerin etkinliğini araştıran başka bir çalışmada da bu primerlerin sağlam mine yüzeyine zarar vermeden ve dekalsifikasyona uğratmadan yeterli bağlanma değerleri sağladığı belirtilmiştir (Kitayama vd 2007). Farklı self-etch primerlerin bağlanma dayanımı kuvvetlerini karşılaştıran bir çalışmada en yüksek değer Transbond Plus SEP grubunda bulunmuştur



(Büyükyılmaz vd 2003). Bazı çalışmalarda ise farklı self-etch primerlerin bağlanma dayanımı değerlerinin benzer, ancak geleneksel asit-etch sistemle karşılaştırıldığında ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Başaran vd 2009, Scougall-Vilchis vd 2009). Ancak genel olarak self-etch primerlerin bağlanma dayanımı değerlerinin klinik kullanım için yeterli (6-8 MPa) olduğu belirtilmiştir (Trites vd 2004, Başaran vd 2009, Scougall-Vilchis vd 2009).

### 2.3.3. Cam İyonomer Adezivler

Cam iyonomer adezivler, bir aracı madde gerektirmeden diş dokularına kimyasal olarak bağlanabilme özelliğine sahip materyallerdir. Polialkenoik asit kopolimeri, cam doldurucu partikülleri ve su içerirler (Yoshida vd 2000, 2004).

Cam iyonomer adezivlerin içeriğindeki karboksilat gruplarının dişin yapısındaki kalsiyum ile etkileşimi sonucu fizikokimyasal olarak tutuculuk sağlanmaktadır. Ayrıca flor salar ve flor rezervuarı olarak görülmektedir (Brantley ve Eliades 2001). Cam iyonomer adezivlerde florür salınımı en fazla ilk gün meydana gelmektedir (Swartz vd 1984, Creanor vd 1994). Bu sistemler metal ve plastik yüzeylere bağlanabilir ve yüzeyin tamamen kuru olmasına gerek yoktur (Hotz vd 1977).

Cam iyonomer adezivlerin bağlanma mekanizması, minede sınırlı bir demineralizasyon ve rezin infiltrasyon mekanizmasına dayanmaktadır. Hem mekanik bağlanma hem de polialkenoik asit ile hidroksiapatit arasında kimyasal bağlanma meydana gelir ve bu kimyasal bağlantı oldukça stabildir. Demineralizasyon reaksiyonu polialkenoik asitin hidroksiapatit kristallerindeki selektif çözünme ile mikroporöz kollajen ağını açığa çıkarmasıyla gerçekleşmektedir (Yoshida vd 2001, Coutinho vd 2006).

Cam iyonomer adezivlerin özelliklerini geliştirmek amacıyla içerisine rezin komponentleri eklenerek rezin modifiye cam iyonomerler geliştirilmiştir. Resin modifiye cam iyonomerler ile konvansiyonel cam iyonomer adezivlerden daha yüksek bağlanma dayanımı kuvvetleri elde edilmektedir (Van Meerbeek vd 2005)

Braketlerin yapıştırılmasında kullanılan cam iyonomer adezivlerin fosforik ya da poliakrilik asit ile kullanıldığında bile bağlanma yetenekleri oldukça düşük bulunmuştur (Wiltshire 1994). Summers ve arkadaşlarının (2004), çalışmalarında geleneksel asitlenen-yıkanan sistemlere göre resin modifiye cam iyonomerler ile elde edilen bağlanma dayanımı değerlerinin anlamlı derecede düşük olduğu gösterilmiştir. Buna rağmen resin modifiye cam iyonomerlerin klinik olarak yeterli bağlanma dayanımı kuvvetleri sağlayabildiği ve debonding esnasında konvansiyonel sistemlerdeki kompozit yapıştırıcılardan daha kolay temizlenebildiği belirtilmiştir (Summers vd 2004, Salama vd

2018). Bishara ve arkadaşları (2007) ise kendinden asitli primerler ile rezin modifiye cam iyonomer simanların benzer bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini bildirmiştir.

#### **2.3.4. Universal Adezivler**

Universal adezivler bir adezivi bütün uygulama şekilleri ile kullanabilmek amacıyla geliştirilmiş “multi-mode” veya “çok amaçlı” adezivler olarak da adlandırılan sistemlerdir (Chen vd 2015).

Tek basamaklı kendinden asitli primerlerde olduğu gibi bütün adeziv içeriklerini tek şişe içerisinde birleştirmektedirler. Universal adezivler; self-etch, total-etch ve selektif-etch modunda kullanılabilir (Muñoz vd 2013, Wagner vd 2014, Loguercio vd 2015, McLean vd 2015). Farklı uygulama modlarında kullanılabilirdikleri için universal ismini almışlardır (Muñoz vd 2013).

İçeriğinde silan ve MDP monomeri bulunmaktadır. MDP monomerinin diş yüzeyinde yüzeyel demineralizasyon ve daha stabil bir tuz kompleksi oluşturduğu ve hibrit tabakayı hidrolitik bozulmadan koruyarak bağlanma stabilitesine katkıda bulunduğu iddia edilmiştir (Milia vd 2012). Böylece tüm yüzeylerde yüksek bağlanma kuvvetleri gösterdikleri bildirilmiştir (Hanabusa vd 2012).

Universal adezivler farklı uygulama modlarında kullanılabilmesine rağmen mine ve dentinin yapısal farklılığından dolayı hangi dokuda, hangi modda uygulandığında daha iyi bağlanma dayanımı gösterdiğine dair kesin sonuçlar yoktur (Chen vd 2015).

Çalışmalarda universal adezivlerin minede, asitleme basamağı ile birlikte uygulandığında daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları elde edildiği gösterilmiştir (Loguercio 2015, McLean vd 2015, Rosa vd 2015). Yapılan başka bir çalışmada kullanılan adeziv ajanların fosforik asit uygulaması ile bağlanma dayanımı kuvvetlerinin arttığı, ancak universal adezivlerin asit-etch veya self-etch modlarında kullanımı ile benzer bağlanma değerleri elde edildiği bildirilmiştir (Karadaş vd 2018). Yapılan bir çalışmada geleneksel asitlenen-yıkanan ve universal adeziv sistemlerin bağlanma dayanımı değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir (Tayebi vd 2017). Rix ve arkadaşları (2001) universal adezivlerin tükürük kontaminasyonundan önemli ölçüde etkilenmediğini ancak yine de bağlanma dayanımı kuvvetlerinin konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemlerden önemli derecede düşük olduğunu belirtmiştir.

#### **2.3.5. Primersiz Tek Adımlık Adeziv Sistem**

Son zamanlarda ortodontistlerin kullanımına sunulmuş olan primersiz tek adımlık yapıştırıcı sistemlerde primer doğrudan kompozit yapıştırıcı materyal içerisine dahil edilmiş şekildedir. Bu sistemde asitlenmiş mine yüzeyine, primer veya bağlayıcı ajan

uygulanmadan doğrudan yapıştırıcı kompozit uygulanmaktadır. Braketleme işlemi öncesi dişlere asitlenen-yıkanan sistemlerdeki gibi asitleme işlemi uygulanır. Yıkama ve kurutma işlemleri sonrası herhangi bir primer ya da bağlayıcı ajan uygulanmadan yapıştırıcı kompozit direkt olarak brakete yerleştirilerek, braket diş yüzeyine uygulanır (GC Orthodontics). Yapılan güncel çalışmalarda primersiz tek adımlık adeziv sistem kullanılarak yapıştırılan ortodontik braketlerin yeterli bağlanma dayanımı gösterdiği bildirilmiştir (Aydın Şanlıtürk 2018, Shapinko vd 2018).

## **2.4. Ortodontide Mikrosızıntı**

### **2.4.1. Mikrosızıntının Tanımı ve Nedenleri**

Rezin materyaller ile kavite duvarı arasından bakteri, sıvı, molekül, enzim, asit ve iyonların mikroskopik geçişi mikrosızıntı olarak tanımlanmaktadır (Kidd 1976). Mikrosızıntı; polimerizasyon büzülmesi, su emilimi, ısı farklılığı ve tekrarlayan ısıl ve/veya mekanik stresler sonucunda meydana gelen aşınmalar gibi kenar uyumunu azaltan faktörlerden dolayı geçmişten günümüze kadar diş hekimliğinin en büyük sorunlarından birisi olmuştur (Lutz vd 1991).

Mikrosızıntının en önemli nedeni, materyaller ile diş sert dokularının ısı değişimleri karşısında gösterdikleri genleşme ve büzülme oranları arasında fark olmasıdır. Bu fark nedeniyle ağız içi ısının düşmesi rezin materyal ve diş yüzeyleri arasında negatif basınç oluşturarak, ağız içi sıvıların sızmasına sebep olmaktadır (Galdwin ve Bagby 2013).

Ortodonti pratiğinde braketlerin yapıştırılması sırasında uygulanan adeziv tabakası oldukça incedir. Braket diş yüzeyinde serbest hareket ettiği için oluşan büzülme, braketi dişe daha çok yaklaştırarak braketin kenarlarında oluşabilecek mikrosızıntının bir kısmını azaltabilir (Oesterle vd 2001). Ortodontide kullanılan adeziv sistemlerin polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak mine-adeziv-braket ara yüzeylerinde mikrosızıntı gerçekleşebilmektedir. Ortodontik açıdan mikrosızıntı; braketler etrafında dekalsifiye bölgelere neden olabilmesi veya braketlerin bağlanma dayanımını azaltabilmesi açısından önem taşımaktadır (Arıkan vd 2006). Adeziv-braket ara yüzeyinde oluşan mikrosızıntı braket kopmalarına sebep olabilir. Ancak sabit ortodontik tedavi açısından mikrosızıntı, mine-adeziv ara yüzünde ya da braket altında demineralizasyonu takiben beyaz nokta lezyonu oluşumuna sebep olabilmesi açısından daha fazla önem taşımaktadır (Mitchell 1992, James vd 2003, Arıkan vd 2006, Moosavi vd 2013, Shahabi vd 2014). Sabit ortodontik apareylerle tedavi edilen dört hastadan birinde beyaz nokta lezyonları tespit edilmiştir (Julien vd 2013). O'Reilly ve Featherstone

(1987) ile Ogaard ve arkadaşları (1988) görünür beyaz nokta lezyonlarının 4 hafta içinde gelişebileceğini bildirmişlerdir. Ancak mükemmel bir adezyonla mikrosızıntı, mikrosızıntının neden olduğu demineralize alanlar ve başlangıç çürük oluşumu önlenmektedir (Van Meerbeek vd 1998).

#### **2.4.2. Ortodontide Mikrosızıntıyı Değerlendirme Yöntemleri**

Diş hekimliğinde mikrosızıntıyı görüntülemek ve ölçmek için basınçlı hava yöntemi, nötron aktivasyon analizi, radyoizotop yöntemi, elektrokimyasal analiz yöntemi, taramalı elektron mikroskop analizi, bakteriyel sızıntı, boya penetrasyonu ve mikro-bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) gibi çeşitli invaziv ve non-invaziv yöntemler kullanılmaktadır (Tjan ve Tan 1991, Taylor ve Lynch 1992, Eden vd 2008).

##### **2.4.2.1. İnvaziv Yöntemler**

###### **2.4.2.1.1. Boya Penetrasyonu Yöntemi**

Organik boyaaların mikrosızıntının değerlendirilmesi için kullanımı en yaygın ve en eski metotlardandır (Alani ve Toh 1997).

Bu yöntemde bazik fuksin (%0.5-2), eritrosin (%2), metilen mavisi (%0.2-2), anilin mavisi (%2), kristal viyole (%0.05), floresan (%2-20), gümüş nitrat (%50), toluidin mavisi (%0.25) ve Rodamin B (%0.2) kullanılabilir (Taylor ve Lynch 1992). Ortodontide yapılan in-vitro mikrosızıntı çalışmalarında örnekler boya çözeltisi içerisinde genellikle 24 saat bekletilmiştir (Ülker vd 2009, Alkış vd 2015, Atash vd 2017).

Boya penetrasyon yönteminin avantajları; su içerikli solüsyonların kullanılabilmesi, mikrosızıntı bölgelerinin görünen ışık altında kolaylıkla saptanabilmeleri, hızlı ve direkt ölçüm sağlamaları, düşük maliyetli olmaları, toksik olmamaları, sert dokularla reaksiyona girmemeleridir (Charlton ve Moore 1992). Ucuz ve kolay temin edilebilir olması, hızlı ve direkt ölçümlere olanak tanınması bu yöntemi diğer yöntemlerden üstün kılan diğer özelliklerdir (Öztürk vd 2004, Atash vd 2017).

Mikrosızıntı çalışmalarının bir kısmında tespit edilen mikrosızıntı miktarı dijital elektronik kumpaslarla ölçülürken (Uysal vd 2008, Ülker vd 2009, Ramoğlu vd 2009, Yağcı vd 2010), bazılarında da skorlama yöntemi (Arhun vd 2006, Arıkan vd 2006, Hamamcı vd 2009, Öztürk vd 2009, Alkış vd 2015, Pakshir ve Ajami 2015) kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmacıların bazıları sadece dijital kumpas kullanımının objektif olmadığını ek olarak skorlama da yapmak gerektiğini belirtmiştir (Arhun vd 2006, Arıkan vd 2006). Mikrosızıntının tespitinin yapılmasında hatalı yorumlara neden olunmaması ve sonuçların güvenilirliği açısından birden fazla araştırmacı tarafından değerlendirme yapılması gerektiği bildirilmiştir (Taylor ve Lynch 1992). Ortodontide

mikrosızıntının in-vitro olarak değerlendirilmesinde kullanılan boya penetrasyonu yöntemi, araştırmacılar tarafından en çok tercih edilen yöntemdir (Türkün ve Ergücü 2004, Arhun vd 2006, Uysal vd 2008, Öztürk vd 2009, Ramoğlu vd 2009, Ülker vd 2009, Yağcı vd 2010, Alkış vd 2015, Pakshir ve Ajami 2015).

Boya penetrasyon yönteminin dezavantajları arasında alınan kesitin küçük bir bölümünün incelenmesi ile değerlendirme yapmanın zor olabilmesi (Taylor ve Lynch 1992) ve üç boyutlu olan sızıntının boya penetrasyonu yöntemiyle iki boyutta izlenmesi yer almaktadır (Douglas ve Zakariasen 1981, Johnson ve Zakariasen 1983).

Mikrosızıntının incelenmesi için örnekler boyandıktan sonra oluşan boya penetrasyon miktarı aşağıdaki yöntemlerden biri kullanılarak belirlenebilir:

➤ Örneklerden Kesit Alma: Örneklerden bir veya daha fazla kesit alınarak, incelenmek istenen bölgeler mikroskop altında değerlendirilir ve boya penetrasyon miktarı belirlenir. Ortodonti literatüründe birçok çalışmada boya penetrasyonu sonrası braketler altındaki mikrosızıntı miktarı, stereomikroskop altında inceleme yapılarak değerlendirilmiştir (Arhun vd 2006, Arıkan vd 2006, Uysal vd 2008, Ülker vd 2009).

➤ Şeffaflaştırma (Dehidratasyon-Demineralizasyon): Bu teknikte dişler öncelikle 48 saat %5'lik nitrik asitte bırakılarak dekalsifiye edilir. Bunu takiben 24 saat boyunca %80'lik, ardından 2 saat %90'lık ve son olarak da 3 saat %100'lük etil alkolde bırakılarak dehidrate edilir. Bu aşamadan sonra 24 saat metil salisilatta bırakılan dişler, tamamen şeffaf hale getirilmiş olunur (Swanson ve Madison 1987, Tiritöğlu vd 1993).

➤ Boya Ekstraksiyon (Boya Çıkartma) Tekniği: Bu yöntemde boya solüsyonundan çıkarılan dişler nitrik asit solüsyonunda çözündürülür. Öncelikle numuneler üç gün boyunca %65'lik nitrik asit içeren hermetik olarak kapatılmış bir flakon içinde bekletilir ve şişeler yüksek hızda santrifüj edilir. Spektrofotometre cihazında numuneden alınan ve santrifüj sonrası üstte kalan sıvı, boşluk olarak analiz edilir (Camps ve Pashley 2003, De-Deus vd 2008). Böylece asit içerisindeki boya konsantrasyonuna bakılarak sızıntı miktarı kantitatif olarak değerlendirilir (Kaya vd 2011). Bu yöntemin dezavantajları teknikler arası farklılıkları tespit etmede hassasiyetin düşük olabilmesi ve daha da önemlisi örneklerin renginin hiçbir zaman nitelendirilememesidir (De-Deus vd 2008).

➤ Mikrosızıntının değerlendirilmesi için kullanılan başka bir teknikte ise pH'ı 6,98'e ayarlanmış metilen mavisinin molekül özelliğinden faydalanılmaktadır. Sızıntının olduğu kısımlarda absorbe edilen metilen mavisi miktarı tespit edilmiş ve kapladığı yüzey alanları ölçülmüştür. Bu yöntem mikrosızıntının tespitinde tamamen ölçümsel değerler kullanarak kantitatif tespit sağlamaktadır. Diş ve rezin materyali arasında sızıntının olduğu yüzeyler kantitatif olarak ölçülmektedir. Bu yöntemin mikrosızıntının tespitinde yeni bir yöntem olarak kullanılabileceği ve daha da geliştirilebileceği düşünülmektedir (Yavuz ve Aydın 2005, 2006).

#### **2.4.2.1.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) Analiz Yöntemi**

Taramalı elektron mikroskobu yöntemi genellikle materyallerdeki mikrosızıntıyı farklı metotlarla inceleyip tespit ettikten sonra elde edilen bulguları değerlendirmek ve doğrulamak için kullanılmıştır. Taramalı elektron mikroskobu analizi ile mikrosızıntının belirlenmesi için uygulanan boyama işlemlerinin ardından, örnekler mikroskop altında incelenerek mikrosızıntı değerlendirilir (Soares vd 2005).

Bu yöntem bağlantı yüzeyleri arasındaki mesafenin ölçülmesi, incelenecek materyallerin özelliklerinin tanımlanması ve güvenilir değerlendirmeler yapılması amacıyla kullanılmıştır (Taylor ve Lynch 1992, Korkmaz vd 2010). İnvaziv bir teknik olduğu için örneklerden kesit alınması esnasında oluşabilecek boşlukların, ölçüm esnasında hatalara yol açabilmesi tekniğin dezavantajıdır (Taylor ve Lynch 1992).

#### **2.4.2.2. Non-İnvaziv Yöntemler**

##### **2.4.2.2.1. Mikro-Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT)**

Mikro-BT obje içinden değişik açılarla geçen X ışınlarının düzlemsel azalma katsayısının bilgisayar programı sayesinde yeniden oluşturulması ve hesaplanmasıdır. Cihaz ile bir kaynak etrafında dönen objenin çoklu projeksiyonları alınır. Bu çoklu projeksiyonlar da X-ray'e bağlı kamera ile bilgisayara aktarılır. Dokular arasındaki düzlemsel azalma katsayısı farkları, X ışınlarının görüntüde kontrast farkına neden olur. Bu da görüntünün sayısal olarak analiz edilebilmesini sağlar (Swain ve Xue 2009).

Dental materyal çalışmalarında Mikro-BT; mikrosızıntı alanı ve hacminin 3 boyutlu olarak değerlendirilmesi (Eden vd 2008, Sun vd 2009, Chen vd 2010, Öztürk vd 2016), demineralizasyonun incelenmesi (Paschos vd 2009, Hamba vd 2011, Liu vd 2013, Çokakoğlu vd 2016), mine ve dentinin mineral içeriğinin karakteristiğinin incelenmesi (Clementino-Luedemann ve Kunzelmann 2006), yapıştırıcı ara yüzlerindeki yapıların ve değişikliklerin belirlenmesi (De Santis vd 2005) ve marjinal uyumu üç boyutlu ve niteliksel olarak tespit etmek (Kakaboura vd 2007) için kullanılmıştır.

Bu yöntemin avantajları arasında invaziv yöntemlerde örneklerin incelenmesi için gerekli olan kesit alma ve boyama işlemlerini gerektirmemesi ve incelenecek materyalin 3 boyutlu değerlendirmesiyle nitelik ve nicelik bakımından kesin bilgiler sağlaması sayılabilir (Swain ve Xue 2009). Ancak bu özelliklerine rağmen maliyetinin yüksek olması kullanımı açısından dezavantaj oluşturmaktadır.

## 2.5. Ortodontide Bağlanma Dayanımını Etkileyen Faktörler

Ortodonti pratiğinde karşılaşılan braket kopmaları hasta ve hekim tarafından istenmeyen bir durum olup ortodontik tedavinin başarısını etkiler. Braket kopmalarının nedenlerinin daha iyi anlaşılması uygulanan tekniklerin geliştirilmesi açısından faydalı olabilmektedir (Hobson vd 2001).

Hekimin uyguladığı teknik ve el becerisi, hastanın davranışları, mine yüzeylerindeki çeşitlilik, kullanılan asidin türü ve uygulama süresi, uygulanan adeziv sistem, braketlerin özellikleri ve bağlama kuvvetleri gibi çeşitli faktörler bağlanma dayanımını etkilemektedir (Hobson vd 2002, Murray ve Hobson 2003).

Ortodontik tedavide bağlanma dayanımı kuvveti; braketi diş üzerinde tutacak kadar yüksek, ancak tedavi bitiminde braketler çıkarılırken minede hasar oluşturmayacak ve kalan adezivin kolay temizlenmesine olanak sağlayacak kadar düşük olmalıdır. Braketin yeterli bağlanma dayanımının sağlanması ve debonding esnasında mine yüzeyinde kalıcı hasar oluşturmaması bu açıdan büyük önem taşımaktadır (Øgaard ve Fjeld 2010).

### 2.5.1. Diş Bağlı Etkenler

#### 2.5.1.1. Dişler Arasındaki Farklılıklar

Ortodontik diş hekimliğinde bağlanma dayanımının etkinliği ile ilgili geçmişten günümüze kadar yapılan birçok in-vitro çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda insan dişlerinin yanı sıra sığır dişleri de daha kolay temin edilebilmeleri, büyük bir çalışma alanı sağlamaları ve insan diş mineleri ile benzer yapıda olmalarından dolayı kullanılabilir (Oesterle vd 1998, Yassen vd 2011). Ancak sığır dişlerinde olan bağlanma kuvvetlerinin insan dişlerine kıyasla %21-44 daha az olduğu, daimi sığır dişlerine kıyasla süt sığır dişlerindeki bağlanma dayanımı değerlerinin de daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Oesterle vd 1998). Bundan dolayı in-vitro çalışmalarda sığır dişleri kullanılacaksa tüm gruplarda aynı diş tipi kullanılması ya da farklı tip dişlerin gruplara eşit olarak dağıtılmasının gerektiği bildirilmiştir (Oesterle vd 1998). Ayrıca mikrosızıntının değerlendirildiği bazı çalışmalarda sığır dişlerindeki mikrosızıntı değerlerinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Yassen vd 2011, Canbek vd 2013).

İn-vitro çalışmalarda kullanılan dişler genellikle premolar dişlerdir (Fox vd 1994, Hobson vd 2001). Ancak kesici, kanin ve molar dişler de kullanılabilir (Hobson vd 2001, Linklater ve Gordon 2001).

Mattick ve Hobson (2000) asitlenmiş mine yüzey yapısının farklı diş tipleri arasında değişebildiğini ve bu farklılıkların bağlanma kuvvetlerini etkileyebildiğini ifade

etmişlerdir. Literatürde aynı tipteki üst ve alt dişler arasında bağlanma kuvvetleri açısından anlamlı fark bulunmayan çalışmalar olduğu gibi (Linklater ve Gordon 2001), fark bulan çalışmalar da mevcuttur (Hobson vd 2001, Öztürk vd 2008).

Dişlerin anatomik yapıları farklı olabileceğinden, bağlanma dayanımı değerleri de diş tiplerine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bazı diş tiplerinin diğerlerine göre daha fazla morfolojik çeşitliliğe sahip olabilmemesinden dolayı braketlerin yapıştırılması esnasında daha değişken adeziv film kalınlığı oluşabilir ve bu durum bağlanma dayanımı kuvvetlerini etkileyebilir (Linklater ve Gordon 2001).

Üst çene anterior dişlerdeki bağlanma dayanımı değerleri posterior dişlere göre daha yüksek bulunmuştur (Hobson vd 2001, Öztürk vd 2008). Ancak Linklater ve Gordon (2001) bunun tam tersini iddia etmişlerdir. Alt çenede ise posterior dişlerde anterior dişlerden daha fazla bağlanma dayanımı tespit edilmiştir. Alt birinci molar dişlerdeki bağlanma dayanımı değerlerinin en yüksek olduğu bildirilmiştir (Hobson vd 2001, Öztürk vd 2008).

Minenin dış yüzeyi prizmatik mine ile kaplıdır. Minenin pürüzlendirilmesi veya prepare edilmesi prizma gövdelerinin enlemesine ve boylamasına veya yatay olarak açığa çıkarılmasına yardımcı olur (Hobson vd 2001). Whittaker (1982) artmış prizmatik mine kalınlığının bağlanma dayanımını olumsuz yönde etkilediğini öne sürmüştür. Posterior dişlerde prizmatik minenin daha fazla olduğunu bunun da yetersiz bir asitleme paterni oluşturduğunu bildirmiştir. Süt dişi minelerinin dış yüzeylerinde ise prizmatik tabaka daha fazla bulunduğundan, süt dişlerine yapılan bonding işlemlerinde daha fazla başarısızlık görülmektedir. Daimi dentisyonda prizmatik minenin en fazla görüldüğü dişler alt ikinci premolarlardır. Klinikte bu dişlerde sıkça karşılaşılan braket kopmalarının nedeni olarak bu durum gösterilebilmektedir (Mattick ve Hobson 2000). Ancak alt birinci molar dişlerde de prizmatik mine fazla olmasına rağmen yüksek bağlanma dayanımı değerleri izlenmesi sadece asitleme paterninin bağlanma kuvvetleri üzerinde tek etken olmadığını göstermektedir (Öztürk vd 2008).

Morfolojik ve kimyasal farklılıklardan dolayı yaşlı daimi dişler, genç daimi dişlerden daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterebilmektedir. Araştırmacılar tarafından premolar, kanin ve anterior dişleri 15 sn ve birinci molar dişleri 30 sn asitleme tavsiye edilmiştir (Brantley ve Eliades 2001).

Premolar dişler kullanılarak yapılan in-vitro çalışmalardan elde edilen sonuçların, tüm dental arktaki dişler için geçerli olabileceği belirtilmiştir (Mattick ve Hobson 2000, Hobson vd 2001, Linklater ve Gordon 2001).

Yapılan bir çalışmada üst ve alt birinci premolar dişlerin bağlanma dayanımı kuvvetleri benzer değerler göstermesine rağmen üst ve alt ikinci premolar dişlerin bağlanma dayanımı kuvvetleri arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Hobson vd



2001). Bundan dolayı araştırmacılar minede yapılan bağlanma dayanımı çalışmalarında güvenilir sonuçlar almak için aynı diş tipinin kullanılmasını (Hobson vd 2001, ztrk vd 2008) ya da farklı diş tipleri kullanılacak ise her bir test grubuna eşit sayıda farklı diş tipi dahil edilmesini tavsiye etmişlerdir (Hobson vd 2001).

### 2.5.1.2. Beyazlatma

Son zamanlarda diş beyazlatma işlemlerinin kazandığı popülaritenin diş hekimliği pratiği üzerinde de önemli etkisi olmuştur. Beyazlatma işlemlerinin mine yüzey morfolojisi ve kompozit rezinler ile beyazlatma uygulanmış mine yüzeyi arasındaki bağlanma dayanımı kuvveti üzerine olan etkisi halen araştırılan bir konudur.

Araştırmacılar genel olarak beyazlatma işleminin tipine ve bekletme süresine bağlı olarak beyazlatma işlemi uygulanmış mineye, normal mineye kıyasla yapıştırılan braketlerin bağlanma dayanımı değerlerinin önemli lde azaldığını bildirmişlerdir (Miles vd 1994, Bulut vd 2005, Cacciafesta vd 2006). Bununla birlikte beyazlatılmış ve beyazlatılmamış dişler arasındaki bağlanma dayanımı değerlerinde önemli bir farklılık olmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Bishara vd 1993, Josey vd 1996, Uysal vd 2003).

Konvansiyonel asit-etch sistemler kullanılarak yapıştırılan braketlerde, beyazlatma ajanlarının braket bağlanma dayanımı kuvvetleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Ofis tipi beyazlatmanın incelendiği bir çalışmada %25'lik hidrojen peroksit kullanımı ile minede bulunan rezin tagların sayısında azalma olduğu belirtilmiştir. Beyazlatma işlemi ile sonradan açığa çıkan oksijen, polimerizasyonu etkileyerek rezin ve mine arasında oluşan bağlanma dayanımını azaltabilmektedir (Dishman vd 1994). Josey ve arkadaşları (1996) beyazlatma yapılmış diş minesinde bağlanma dayanımı değerlerinin, beyazlatma yapılmamış dişlere göre anlamlı olmasa da azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan bir çalışma ile minenin yapısının %10-16'lık karbamid peroksit konsantrasyonları ile etkilenmediği, ancak %35'lik konsantrasyonlarda değiştiği tespit edilmiştir (Oltu ve Grgan 2000). Yapılan bir TEM çalışmasında da %10'luk karbamid peroksidin mine yüzey morfolojisi üzerinde minimal etkilerinin olduğu gösterilmiştir (Leonard vd 2001). Bundan dolayı araştırmacılar karbamid peroksit'in düşük konsantrasyonlarda kullanımını tavsiye etmişlerdir (Oltu ve Grgan 2000, Leonard 2001).

Ortodontik braketlerin bağlanma dayanımı kuvvetleri üzerine ev tipi beyazlatma ajanı olarak %10 karbamid peroksit ve ofis tipi beyazlatma ajanı olarak ise %25 hidrojen peroksidin olumsuz bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Bishara vd 2005). Patusco ve arkadaşları (2009) ise % 35 hidrojen peroksit kullanımından sonra bağlanma dayanımı kuvvetlerinde önemli bir azalma olduğunu, %10 karbamid peroksidin bağlanma

değerlerini önemli ölçüde değiştirmedini bildirmiştir. Genel olarak ofis tipi beyazlatma ile elde edilen bağlanma dayanımı değerleri, ev tipi beyazlatma ile elde edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç ev tipi beyazlatma işlemlerinde kullanılan düşük peroksit konsantrasyonlarına bağlanmıştır (Akın vd 2013).

### 2.5.1.3. Flor

Dişlerde oluşan renk değişiklikleri intrinsik, ekstrinsik ve her ikisinin kombinasyonu olan faktörlerden dolayı meydana gelebilmektedir. İntrinsik renk bozulmalarına, dişin yapısal bileşimi veya sert dokularında oluşan değişiklikler sebep olmaktadır. Diş çürükleri, yaşlanma, minede oluşan mikro çatlaklar, tetrasiklin tedavileri, restorasyonlar ve aşırı florid alımı bu tarz renk değişikliklerinin nedenleridir. İçme suyunda 1-2 ppm'den fazla alınan florid, ameloblastlarda metabolik değişikliklere neden olarak defektli matriks ve hatalı kalsifikasyonlar oluşturabilir. Florozisten etkilenen diş, hipermineralize ve aside dirençli diş yüzey ile hipomineralize alanların izlendiği gözenekli mine yapısına sahip yüzey altı tabaka ile karakterizedir (Fejerskov vd 1994).

Endemik florozis bölgelerinde çalışan ortodontistler, braketlerin florozisli dişlere bağlanmasında zorluklarla karşılaşabilirler. Klinikte, braketin uygulanmasından kısa bir süre sonra braketler florozisli mineden ayrılabilir. Tekrarlanan uygulamalar zaman alıcıdır ve başarılı bir ortodontik tedavi yürütülmesinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Miller 1995, Weerasinghe vd 2005).

Bazı çalışmalarda normal ve florozisli mine arasında bağlanma dayanımı kuvvetleri açısından anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir (Ng'ang'a vd 1992, Ateyah ve Akpata 2000, Ermiş ve Gökay 2003). Diğer taraftan şiddetli florozis gözlenen dişlerin normal dişlere göre asitlemeye daha dirençli olduğunu kabul eden araştırmacılar, aside dirençli hipermineralize yüzey tabakasını kaldırıp, florozisli mine ve kompozit arasındaki bağlanma dayanımını arttırmak için asitin uygulama zamanını arttırmayı önermişlerdir (Opinya ve Pameijer 1986, Koh vd 1997, Brantley ve Eliades 2001).

Weerasinghe ve arkadaşları (2005), florozisli minede self-etch sistemler kullanıldığında bağlanma kuvvetlerinin olumsuz etkilendiğini ve klinik koşullarda florozisli dişlerde SEP kullanımlarının uygun olmayacağını belirtmişlerdir. Benzer şekilde İşçi ve arkadaşlarının (2011) hafif florozis gözlenen dişlerle yaptıkları çalışmada, self-etch primerler kullanıldığında florozisli dişlerde bağlanma dayanımı değerlerinin anlamlı derecede düşük olduğu belirtilmiştir.

### 2.5.2. Kullanılan Braket Tipi

Ortodontik tedavi sırasında mine yüzeyine yapıştırılan braketlerin cinsi, taban özellikleri ve tasarımlarına göre bağlanma dayanımı kuvvetleri farklılık gösterebilmektedir. Metal braketlerde tutuculuk, adezivlerle kimyasal bir bağ kurulmadığı için mekanik kilitleme ile sağlanmaktadır. Metal braketlerin tutuculuğu için en çok kullanılan sistem örgü taban sistemidir. Bu sistemde kullanılan adeziv, polimerize olmadan önce braketin tabanında bulunan girintilere ulaşır ve bu sayede kilitleme sağlanır (Ferguson vd 1984).

Günümüzde estetik ihtiyaçlardan dolayı yaygın kullanım alanı bulan seramik braketler ise alüminyum oksit esaslıdır. Taban özelliği ve tutunma mekanizmalarına göre mekanik ve kimyasal tutucu olarak ayrılırlar. Mekanik tutuculu seramik braketler metal braketlerin taban alanına benzer şekilde girinti çıkıntısı olan meshler sayesinde tutuculuklarını sağlarlar. Kimyasal tutucu olan seramik braketlerin tabanı düz bir yüzeye sahiptir ve bağlanma kimyasal bir ajan olan silan aracılığıyla sağlanmaktadır. Kimyasal yolla tutunan seramik braketlerin parlak tabanı stresin herhangi bir bölgede yoğunlaşmadan tüm yapıştırıcı yüzeyine dağıtılmasına izin verir. Bu nedenle yapıştırıcının tamamen kopması ve braketin ayrılması için daha fazla kuvvet gerekmektedir (Gwinnett 1988, Viazis vd 1990, Lee ve Kanavakis 2016). Kimyasal retansiyonlu seramik braketlerde debonding sırasında mine kırığına sebep olabilecek yüksek seviyede tutuculuk oluşmaktadır (Toroğlu ve Yaylalı 2008).

Mekanik retansiyonlu seramik braketlerin kullanımında klinikte yeterli tutuculuk sağlanmakta ve mine hasarı riski azalmaktadır (Viazis vd 1990). Mekanik retansiyonlu seramik braketlerin bağlanma dayanımı kuvvetlerinin kimyasal retansiyonlu seramik braketlerden düşük olduğu, ancak metal braketler ile benzer olduğu belirtilmiştir (Mundstock vd 1999). Guess ve arkadaşları (1988) benzer şekilde seramik braketlerin tabanlarındaki mekanik tutuculuk ile yeterli bağlanma dayanımı kuvvetleri oluştuğunu bildirmiştir.

Üretim tekniklerine göre seramik braketler, monokristalin veya polikristalin yapıya sahip olabilirler. Polikristalin seramik braketler, monokristalinlere göre daha porözlü ve mat görünümlüdür. Monokristalin braketlerin daha homojen ve az porözlü yapısı daha estetik ve daha dayanıklı olmalarını sağlar. Bu farklılığın dışında her iki tip seramik braket de renk değişimine ve slot deformasyonuna dayanıklıdır. Polikristalin yapıdaki braketler paslanmaz çelik braketlerden belirgin şekilde daha serttir. Çekme, kopma ve makaslama kuvvetlerine dirençleri de paslanmaz çelik braketlerden oldukça yüksektir (Viazis vd 1990). Yapılan bir çalışmada polikristalin yapıdaki seramik braketlerin metal braketlerden daha yüksek bağlanma dayanımı kuvvetleri gösterdiği,

monokristalin yapıdaki seramik braketlerin ise bağlanma dayanımı değerlerinin daha düşük olduğu belirtilmiştir (Viazis vd 1990).

Literatürde seramik braketlerin metal braketlere göre daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiğini bildiren çalışmalar olduğu gibi (Odegaard ve Segner 1988, Joseph ve Rossouw 1990, Bishara vd 2005, Uysal vd 2010) metal braketlerin bağlanma dayanımı kuvvetlerinin seramik braketlerden anlamlı olarak yüksek olduğunu bildiren çalışmaların olduğu da görülmüştür (Mirzakouchaki vd 2012, 2016, Arash vd 2017). Bu çalışmalardan farklı olarak metal ve seramik braketlerin bağlanma dayanımı değerlerini benzer bulan çalışmalar da mevcuttur (Bishara vd 1997, Liu vd 2005).

Taban alanı bağlanma kuvvetini etkileyen diğer bir faktördür. Yapılan bir çalışmada 6,82-12,35 mm<sup>2</sup> taban alanları arasında kopma direnci açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (MacColl vd 1998).

### **2.5.3. Profilaktik Uygulamalar**

#### **2.5.3.1. Pomza Kullanımı**

Pomza veya profilaktik pat genellikle asitleme ve bonding işlemlerinden önce mine yüzeyini temizlemek amacıyla kullanılabilir. Bonding işlemlerinden önce optimal bağlanma dayanımı elde etmek için mine yüzeyinin pomza veya profilaktik pat kullanılarak temizlenmesi genellikle ön koşul olarak kabul edilmektedir (Øgaard ve Fjeld 2010). Pomza ile yapılan temizleme işleminde plak gibi organik materyalin veya pelikül tabakasının optimal asitlemeyi inhibe etmemesi için uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Bu işlemler için döner aletlerle kullanılabilen polisaj fırçaları veya polisaj lastikleri kullanılabilir. Tipik olarak bir polisaj işlemi ile kullanılan aletlerin tipine veya uygulama zamanına bağlı olarak 5-14 µm'luk mine kaldırılmaktadır (Pus ve Way 1980).

Yapılan bir çalışmada polisaj sırasında oluşan mine kaybı ortalama 1.07-3.78 µm olarak ölçülmüştür. Polisaj sırasında kullanılan fırçaların, polisaj lastiklerinden daha fazla mine kaldırdığı ve polisaj patından daha fazla kullanılmasına sebep olduğu belirtilmiştir (Hosein vd 2004). Yapılan çalışmalarda hem polisaj lastikleri hem de fırçalarının kullanımında mine yüzeyinde çizikler oluştuğu tespit edilmiştir (Thompson ve Way 1981, Hosein vd 2004). Ancak minede karşılaşılan bu çiziklerin debonding esnasında oluşan çiziklerle kıyaslandığı zaman daha az önem taşıdığı bildirilmiştir (Øgaard ve Fjeld 2010).

Yapılan bazı çalışmalarda bonding işlemlerine başlamadan önce polisaj yapılan veya yapılmayan mine yüzeylerindeki bağlanma dayanımı kuvvetleri benzer bulunmuştur. Braket başarısızlıklarında meydana gelen kopmalar mine yüzeyinden ziyade adeziv-braket ara yüzeyinde görülmüştür. Bundan dolayı temiz mine yüzeyine

yapılan polisaj işleminin gereksiz bir basamak olduğu belirtilmiştir (Lindauer vd 1997, Øgaard ve Fjeld 2010). Benzer şekilde, Barry (1995) yaptığı in-vivo bir çalışmada pomza uygulamasının kompozit rezinin bağlanma gücünü etkilemediğini gözlemlemiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, asitle pürüzlendirme öncesi pomzalama işleminin zaman kaybına neden olduğunu ve mine üzerindeki çizikler ile gereksiz madde kaybına yol açtığını bildirmiştir (Barry 1995). Bununla birlikte bazı self-etch primerlerin kullanımından önce polisaj adımından kaçınmanın bağlanma dayanımı değerlerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Ancak bunun nedeni tam olarak açıklanamamıştır (Ireland vd 2003). Yapılan diğer çalışmalarda da self-etch sistemler kullanılmadan önce yapılan pomzalama işlemlerinin bağlanma dayanımını arttırdığı bildirilmiştir (Burgess vd 2006, Keim vd 2008, Lill vd 2008).

Florid içerikli olan polisaj patlarının kullanımının bağlanma dayanımını veya mine içerisindeki florid konsantrasyonunu önemli ölçüde etkilemediği tespit edilmiştir (Øgaard vd 2004).

Bonding işlemleri öncesinde mine yüzeyinin temizlenmesi uygun bir fırça yardımıyla hasta tarafından da kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Ancak güncel yaklaşım olarak üretici firmalar, adezivlerin uygulanmasından önce polisaj uygulamasını tavsiye etmektedirler.

### **2.5.3.2. Klorheksidin Kullanımı**

Klorheksidin bakteriyel kolonizasyonu azaltmak amacıyla ortodontik malzemelerin ve dişlerin üzerine uygulanabilmektedir. Bonding işlemleri tamamlandıktan sonra veya asitleme işleminden önce mine üzerine profilaktik pat olarak uygulandığında ve klorheksidin içeren primerler ile kullanıldığında braket bağlanma dayanımlarının etkilenmediği görülmüştür (Damon vd 1997, Bishara vd 1998). Fakat klorheksidin adeziv uygulanmadan asitlenmiş mine yüzeyine veya primer üzerine bir tabaka şeklinde uygulanması, bağlanma dayanımını klinik olarak kabul edilemez şekilde azaltmaktadır. (Bishara vd 1998). Benzer şekilde Polat ve arkadaşları (2004) çalışmalarında klorheksidin cila uygulamasını asitleme işlemi sonrasında veya primerin içine karıştırıp uygulamışlardır. Klorheksidin içeren primerlerin kullanıldığı dişlerde bağlanma dayanımı değerleri yeterli bulunurken, asitleme sonrası klorheksidin cila uygulamasının yapıldığı dişlerde anlamlı derecede düşük değerler tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada da farklı formlarda uygulanan klorheksidin bağlanma dayanımı üzerine etkileri incelenmiştir. Mine yüzeyi asitlendikten sonra klorheksidin içeren ağız gargaralarının uygulanması bağlanma dayanımını etkilememiştir. Klorheksidin çözeltisi ve jel uygulamalarının

bağlanma dayanımı değerlerini azalttığı, ancak bu değerlerin klinik kullanım için gerekli olan değerlerden yüksek olduğu gösterilmiştir (Çatalbaş vd 2009).

#### 2.5.4. Minenin Pürüzlendirilmesi

Minenin yüzey enerjisini değiştirmek ve mikromekanik retansiyon sağlamak amacıyla asitle, kumla ve lazerle pürüzlendirme gibi farklı teknikler kullanılabilir.

##### 2.5.4.1. Asitle Pürüzlendirme

Ortodontik braketlerin yapıştırılmasından önce işlem yapılmamış diş yüzeyi pürüzsüzdür ve braketlerin yapıştırılması için uygun bir retansiyon alanı yoktur. Asit, mine yüzeyinde primer etki olarak yüzey alanını artırmakta ve mikromekanik tutuculuk sağlayan mikroporöziteleri oluşturmaktadır. Dolayısıyla düşük enerjili hidrofobik bir yüzeye göre, yüksek enerjiye sahip hidrofilik bir mine yüzeyi meydana gelmektedir (Reynolds 1975). Minenin asitlenmesi ile oluşan mikroporöziteler, rezinin mine yüzeyine tutunmasını sağlar, böylece mine ile rezin arasında mekanik bir bağlantı oluşur (Brantley ve Eliades 2001).

Mine yüzeyine uygulanan asit sonrasında meydana gelen etki; kullanılan asidin çeşidi, konsantrasyonu, formu ve uygulama süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Goes vd 1998).

➤ Asitle pürüzlendirme tekniğinde, mineye bağlanma kuvvetini arttırmak amacıyla en sık kullanılan asit tipi fosforik asittir. Bunun yanı sıra poliakrilik asit, maleik asit, sitrik, oksalik veya nitrik asit gibi farklı asitler de mineyi asitlemek için kullanılabilir (Retief 1975, Triolo vd 1993, Hallett vd 1994, Olsen vd 1997, Van der Vyver vd 1997, Urabe vd 1999). Maleik asit çözeltisinin %10'luk formlarının, fosforik asitlerle kıyaslandığı zaman düşük bağlanma dayanımı kuvvetlerine sebep olduğu bildirilmiştir (Øgaard ve Fjeld 2010).

➤ Mine yüzeyini asitlemek amacıyla kullanılan asit konsantrasyonları geniş bir aralık göstermektedir. Buonocore (1955), %85'lik fosforik asit solüsyonunu 30 sn mine üzerine uygulayan ilk araştırmacı olmuştur. Ancak çoğu üretici firma bu miktarı %35'e kadar düşürmüştür. Bazı çalışmalar optimal bağlanma dayanımı için asit konsantrasyonlarının %35-50 arasında değiştiğini, ancak %5-10'a düşen konsantrasyonlarda da bağlanma dayanımının etkilenmediğini belirtmiştir (Swift 1998, Brantley ve Eliades 2001). Genellikle mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla kullanılan asit %37'lik fosforik asittir (Øgaard ve Fjeld 2010).

➤ Asitle pürüzlendirmenin başarısında asitin uygulama süresi de etkilidir. Yeterli bağlanma dayanımı kuvvetleri elde edilebilmesi için çoğu zaman asitleme süresinin 30-

60 sn arasında olması tavsiye edilmektedir. Ancak bu sürenin 10 sn'ye kadar düşürülmesi de bağlanma kuvvetleri açısından etkili bulunmuştur (Powers vd 1997, Zachrisson ve Büyükyılmaz 2012). Asitleme süresinin 10 sn'nin altına düştüğü durumlarda ise bağlanma dayanımı kuvvetlerinin önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Brantley ve Eliades 2001). Wang ve Lu (1991) genç mine yüzeyi için asitleme süresini 15 sn olarak tavsiye etmişlerdir. Sadowsky ve arkadaşları (1990) braketlerin tutuculuğu açısından asit konsantrasyonları ve süreleri arasında fark görmemiş, asitleme süresi ve konsantrasyonunu minimum düzeyde tutmayı önermişlerdir. Bin Abdullah ve Rock (1996) yaptıkları araştırma sonucunda rutin yapıştırma prosedüründe 15 sn asitlemenin yeterli olacağını, ancak braketler 5 dk içerisinde ligatüre edilecekse asitleme süresinin 30 sn'ye çıkarılmasını önermişlerdir. Osorio ve arkadaşları (1999) çalışmalarında 15 sn ve 60 sn asit uygulamasını karşılaştırmış, 15 sn asit uygulanan mine yüzeyinin daha pürüzsüz olduğunu, bağlanma kuvvetinin 60 sn asitlemeye göre belirgin şekilde düşük olduğunu bildirmiştir. Ancak 15 sn asitleme sonucu oluşan bağlanma kuvvetinin klinik olarak yeterli ve daha uygun olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda 30 sn'den fazla olan asitleme sürelerinde mineden ayrılmaların meydana gelebileceği bildirilmiştir (Wang ve Lu 1991, Sheen vd 1993, Bin Abdullah ve Rock 1996). Hatta 120 sn'lik asitleme sürelerinde bağlanma kuvvetlerinin düştüğü belirtilmiştir (Wang ve Lu 1991). Buna karşılık asitleme işlemlerinden sonra mine yüzeyinin nem ile kontamine olması asitleme süresi ve konsantrasyonundaki değişimlerden çok daha etkilidir ve bağlanma dayanımını düşürmektedir (Øgaard ve Fjeld 2010). Genellikle üretici firmalar çeşitli adeziv sistemler için %37'lik ortofosforik asitin 15-30 sn arasında uygulanmasını tavsiye etmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar bu görüşü desteklemektedir (Wang ve Lu 1991, Sheen vd 1993, Triolo vd 1993, Bin Abdullah ve Rock 1996).

➤ Asitle pürüzlendirme tekniğinde uygulanacak asitin formu solüsyon veya jel kıvamında olabilir. Solüsyon formdaki asitlerin mineye uygulandığında kontrol edilmesi oldukça güçtür. Uygulanan asit, asitleme gerekmeyen alanlarla temasa geçebilmektedir. Bundan dolayı klinik olarak asitin jel formunda kullanımı solüsyon formundaki asitlere göre daha kolay kontrol edilebildiği için tercih edilmektedir. Jel formundaki asitler ile diş etlerine zarar verme riski ve kontrolsüz kanamaya sebep olma durumlarına daha az rastlanılmaktadır (Øgaard ve Fjeld 2010).

#### **2.5.4.2. Kumla Pürüzlendirme**

Yüksek hava basıncı yardımıyla alüminyum oksit partiküllerini diş yüzeyine püskürtmek suretiyle mine yüzeyinin pürüzlendirildiği alternatif bir tekniktir. Kumla

pürüzlendirme ile minede oluşan yüzey düzensizliği; kumlamada kullanılan materyalin partikül büyüklüğü, partiküllerin şekli, abrazivin sertliği, partiküllerin uygulanış hızı, uygulama süresi, uygulama mesafesi ve açısı, hava basıncı ve pürüzlendirilen yüzeyin mikro yapısı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Reisner vd 1997).

Kumla pürüzlendirme tekniğinin daha az mine kaybı ile daha iyi tutuculuk sağlayacağı fikrinden yola çıkılarak, bonding işlemi öncesi bağlanma dayanımı kuvvetinin artırılması amacıyla bu teknik birçok çalışmada kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda kumla pürüzlendirilen mine yüzeyine yapıştırılan braketlerin, asitle pürüzlendirilerek yapıştırılan braketlere göre daha düşük bağlanma dayanımı gösterdiği gözlenmiştir (Zachrisson ve Büyükyılmaz 1993, Canay vd 2000, Van Waveren Hogervorst 2000, Çağlaroğlu vd 2012, Suma vd 2012).

Kumlama ve konvansiyonel asitle pürüzlendirme tekniklerinin karşılaştırıldığı in-vitro bir çalışmada, mine yüzeyleri boyutu 50 µm olan alüminyum oksit partikülleri ile 65-70 psi'de 2-3 sn kumlanmıştır. Kumlama yöntemi ile asitle pürüzlendirmeden daha düşük bağlanma kuvvetleri elde edilmiştir. Ancak kumlama işleminin, asitle pürüzlendirme öncesinde uygulanan polisaj işleminin yerini alabileceği, bu şekilde mine yüzeyinde herhangi bir hasar gözlenmediği belirtilmiştir (Reisner 1997). Berk ve arkadaşlarının (2008) yaptıkları çalışmada ise kumlama işlemlerinin yeterli bağlanma dayanımı sağlayamadığı sadece molar tüplerinin yapıştırılmasında kullanılabileceği belirtilmiştir. Aynı çalışmada kumlanmış yüzeylerden alınan TEM görüntülerinin, asitle pürüzlendirmede izlenen keskin aşınma modeline kıyasla daha geniş açılar gösterdiği de belirtilmiştir. Bu durumun kumla pürüzlendirmede gözlenen zayıf bağlanma dayanımının nedeni olduğu söylenmiştir.

Kumla pürüzlendirme işleminin klinik olarak uygulanabilirliği de sorgulanmıştır. Çünkü kumlama işlemi ağız ortamında yapılacaksa çevreye saçılacak partikülleri önlemek için güçlü bir aspiratöre ihtiyaç duyulmaktadır. Aksi halde saçılan partiküller yanak mukozasında batma hissi uyandıracak ve çalışma ortamında kirliliğe yol açacaktır (Çağlaroğlu vd 2012).

#### **2.5.4.3. Lazerle Pürüzlendirme**

Bonding işlemleri öncesinde mine yüzeylerini hazırlamak için lazer cihazlarının kullanılması asitle pürüzlendirme tekniğine alternatif bir yöntemdir. Lazer kullanımlarının avantajları arasında uygun güç, frekans ve zaman ayarını seçerek oluşacak mine yüzey modelini planlayabilmek yer almaktadır. Özellikle de izolasyonu sağlamanın zor olduğu durumlarda mine yüzeyini pürüzlendirmek amacıyla lazer kullanımı oldukça avantajlıdır (Wigdor vd 1995, Berk vd 2008).



İlk kez 1992 yılında, mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla Nd:YAG lazerler kullanılmaya başlanmıştır (Roberts-Harry 1992). Yapılan çalışmalarda Nd:YAG lazerle pürüzlendirilen mine yüzeyine yapıştırılan braketlerin bağlanma dayanımı kuvvetlerinin yetersiz olduğu ve mine yüzeyini pürüzlendirmede etkili bir yöntem olmadığı sonucuna varılmıştır (Roberts-Harry 1992, Corpas vd 1997, Fuhrmann vd 2001).

Er:YAG ve sonrasında tanıtılan Er,Cr:YSGG lazerlerin geliştirilmesi hem yumuşak hem de sert dokuda minimum termal etkiler ile işlem yapılmasına olanak sağlamıştır (Li vd 1992). Bu lazerler hidroksiapatit kristallerine ve suya yüksek afiniteye sahiptirler (Coluzzi 2004). Erbium lazerler çevre dokularda ve pulpada termal hasara neden olmadan mine yüzeyindeki hidroksiapatit kristallerini selektif olarak kaldırarak düzensiz bir yüzey oluşturur ve mekanik retansiyonunu artırır (Li vd 1992, Von Fraunhofer 1993). Son zamanlarda bu lazerler ortodontide mine yüzeyini pürüzlendirme amacıyla da kullanılmıştır (Başaran vd 2007, Özer vd 2008, Çokakoğlu vd 2016).

Erbium lazerler ile pürüzlendirilen minenin yüzeyi asitle pürüzlendirme ve self-etch sistemler ile karşılaştırıldığında mikro çatlaklarla beraber izlenen düzensiz ve heterojen yüzey özellikleri yansıtmaktadır (Martínez-Insua vd 2000). Ancak literatürde fosforik asitle pürüzlendirme uygulanmış mine yüzeyindeki bağlanma dayanımı kuvvetini Er:YAG lazer ile prepare edilmiş minedekinden daha yüksek bulan çalışmalar da mevcuttur (Martínez-Insua vd 2000, Eliades vd 2005). Erbium lazerler ile yeterli bağlanma dayanımı oluşturacak pürüzlendirme miktarı mine yüzeyinde mikro çatlakların oluşmasına sebep olabilir (Øgaard ve Fjeld 2010). Er,Cr:YSGG lazer ile yapılan çalışmalarda 1 W çıkışlı lazer ile mikro çatlaklarla beraber bal peteği benzeri görüntü elde edilebilmiştir. Ancak bu çalışmalarda asitleme derinliğine ait bilgi verilmemiştir (Berk vd 2008, Özer vd 2008).

Lazer uygulaması ile minenin kalsiyum/fosfat oranının değiştirildiği, su ve organik bileşiklerin miktarının azaldığı da tespit edilmiştir. Bu durumun daha kararlı ve aside dirençli bir yüzey oluşturarak çürük duyarlılığını azaltabildiği birçok çalışmada gösterilmiştir (Oho ve Morioka 1990, Ahrari vd 2012, Lasmar vd 2012).

Ancak minenin lazerle aşındırılmasından sonra braket etrafında oluşan mikrosızıntıyı değerlendiren fazla çalışma bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda lazerle pürüzlendirme ile minede oluşan mikrosızıntının azaldığı (Obeidi vd 2005, Esteves-Oliveira vd 2008), bazı çalışmalarda ise arttığı bildirilmiştir (Borsatto vd 2001, Kawaguchi vd 2004). Hamamcı ve arkadaşları da (2010) Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerler ile braketlerin gingival yüzeylerinde asitlenen-yıkanan sisteme göre daha fazla mikrosızıntı gözlemlenmiştir. Lazerle pürüzlendirilen dişlerde oluşan mikrosızıntı miktarı, kendinden asitli sistem kullanılan dişlerden daha fazladır, ancak bu fark anlamlı bulunmamıştır. Araştırmacılar tarafından yapılan bu çalışma ile lazerle pürüzlendirilen

mine yüzeylerinde mikrosızıntı değerlerinde artış tespit edilmesine rağmen lazer uygulanan mine yüzeyinin aside daha dirençli olduğu için beyaz nokta lezyonlarının oluşumunu inhibe edebileceği belirtilmiştir (Hamamcı vd 2010).

## **2.5.5. İatrojenik Etkenler**

### **2.5.5.1. Nem ve Diğer Kontamine Edici Faktörler**

Geleneksel kompozit rezin yapıştırıcıların, mineye yeterli derecede tutunabilmeleri için asitleme işlemlerinden sonra uygulanan hidrofobik primerin yeterince penetre olabilmesi amacıyla minenin tamamen kuru kalması sağlanmalıdır. Nem kontaminasyonları, bağlanma kuvvetlerini önemli derecede azaltır ve kompozit rezinlerde karşılaşılan bağlanma problemlerinin en yaygın nedenidir (Powers vd 1995). Bu durumlarda kontaminasyon sonrası tekrar asitleme işlemlerinin yapılması etkili görülmektedir (Xie vd 1993, Powers vd 1995). Nem kontaminasyonu altında azalan bağlanma dayanımı problemlerinin üstesinden gelmek için hidrofilik primerler tanıtılmıştır (Zeppieri vd 2003).

Konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemler ile karşılaştırıldığında, kuru ortamda hidrofilik primerlerin bağlanma dayanımı değerlerini düşük (Littlewood vd 2000) veya yeterli bulan çalışmalar (Hobson vd 2001, Webster vd 2001, Zeppieri vd 2003) mevcuttur. Hidrofilik primerlerin, kuru ortamda gösterdikleri bağlanma dayanımı kuvvetleri tükürük ile kontamine yüzeylere kıyasla daha yüksektir (Webster vd 2001). Ancak zayıf nem kontrolü ve kan kontaminasyonu riskinin olduğu koşullarda hidrofilik primer kullanımının uygun olduğu belirtilmiştir (Hobson vd 2001, Rix vd 2001, Zeppieri vd 2003).

Kuru veya nem kontaminasyonunun olduğu alanlarda hidrofilik ya da self-etch primerler ile klinik olarak kabul edilebilir ve benzer bağlanma dayanımları elde edilebilmektedir. Dolayısıyla tükürük kontrolünün tehlikeye girdiği klinik durumlarda bu sistemler tercih edilebilmektedir (Zeppieri vd 2003).

## **2.6. Bağlanma Dayanımının Değerlendirilmesi**

### **2.6.1. Bağlanma Dayanımı Testi**

Ortodontide kullanılan in-vitro bağlanma dayanımı testleri braket ve yapıştırıcı seçimlerinde klinisyene yol göstermek için geliştirilmiştir (Brantley ve Eliades 2001).

Bağlanma testinin birinci amacı debonding kuvvetini ölçerek, debonding kuvvetinin bağlanma alanı ile ilişkisini gözlemlemektir. İkinci amacı ise kopma bölgesinin olduğu yerleri incelemektir (Pickett vd 2001, Eliades vd 2004). Bağlanma dayanımı

testinde kullanılan adezivin bağlanma kapasitesi arttıkça streslere karşı direnci de artmaktadır. Bu durum in-vivo koşullarda dayanıklılığın yeterli olacağını işaret edecek bir veri sunmaktadır (Van Meerbeek vd 2003).

Bu amaçla geliştirilmiş ve en yaygın olarak kullanılan yöntem sıyırma bağlanma dayanımı (SBS) testidir. Bu test kesme ve sıyırma kuvvetlerinin kombinasyonundan oluşmaktadır. Materyalin kırılmadan ya da kopmadan önce maruz kalabileceği maksimum makaslama stresi ölçülmektedir (Littlewood ve Redhead 1998, Abdelnaby ve Al-Wakeel 2010). Bunun dışında gerilim ve torsiyon gibi farklı test metotları da mevcuttur (Büyükyılmaz vd 1995, Kao vd 1995, Chu vd 2011). Sıyırma testi daha yaygın olarak kullanılmasına rağmen gerilim testinden daha fazla teknik hassasiyet gerektirdiği belirtilmiştir (Thomas vd 1999).

### **2.6.1.1. Bağlanma Dayanımı Testini Etkileyen Faktörler**

Laboratuvar ortamında yapılan çalışmalar, bağlanma sistemlerini test etmek için standardize edilmeye daha fazla olanak sağlamaktadır. Ancak kullanılan çeşitli test koşulları sonuçların karşılaştırılmasını zorlaştırabilir (Fox vd 1994, Eliades ve Brantley 2000). Bağlanma dayanımı testini uygulayan çalışmaların deney koşullarında büyük çeşitlilik vardır.

Yapılan bir meta-analiz çalışmasında toplanan örneklerin depolanma şekli, polimerizasyon süreleri ve uygulanan kuvvetin hızının bağlanma dayanımı sonuçlarını önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Finnema vd 2010). Bu çalışmaya göre bağlanma dayanımı testleri için örneklerin distile su içerisinde bekletilmesinin bağlanma dayanımı değerlerini azaltabileceği belirtilmiştir (Finnema vd 2010). Ancak yapay tükürükte örneklerin bekletilmesinin de bağlanma dayanımı değerlerini azalttığı bildirilmiştir (Kitasako vd 2000). Distile suyun bağlanma dayanımı üzerinde yapay tükürükten daha olumsuz bir etkiye sahip olduğu gösterilmesine rağmen bu konuda daha fazla araştırma yapılması gerektiği de vurgulanmıştır (Finnema vd 2010). Yapılan bir çalışmada %96'lık etanol solüsyonunda bekletilen dişlerin, %0.1'lik timol solüsyonuna kıyasla mineyi dehidratasyona uğratarak azalmış bağlanma dayanımına ve mine kırıklarında artma riskine sebep olabileceği belirtilmiştir (Gittner vd 2010). Saklama koşullarının bağlanma dayanımı üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada da kuru ortam, formalin ve etanolün bağlanma dayanımını önemli ölçüde azalttığı ancak su, kloramin-T ve izotonik salin solüsyonlarının benzer bağlanma dayanımı değerleri sağladığı belirtilmiştir (Jaffer vd 2009). Farklı tip saklama solüsyonlarının incelendiği başka bir çalışmada da çok uzun olmayan saklama sürelerinde formalin ve timol solüsyonlarının bağlanma dayanımı değerleri üzerinde negatif bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir (Santana vd 2008).

Yapılan bir çalışmada bağlanma dayanımı kuvveti üzerine polimerizasyon süresinin, polimerizasyon cihazının tipinden daha büyük bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Eliades 2006). Ayrıca daha uzun polimerizasyon sürelerinin daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri sağladığı belirtilmiştir. Her bir saniyelik fazla yapılan ışınlama süresi ile bağlanma dayanımı değerlerinin 0.077 MPa arttığı bulunmuştur. Ancak adezivin polimerizasyonu için en uygun zamanın ne kadar olduğu tespit edilememiştir (Finnema vd 2010). LED ışık üniteleri ile yapılan 20 ve 40 sn'lik uygulamalar arasında bağlanma kuvvetleri açısından fark bulunmamıştır (Üşümez vd 2004, Gronberg 2006). Silta ve arkadaşları (2005) LED ışık kaynakları kullanıldığında uygun bağlanma dayanımı değerleri için en az 20 sn'lik uygulamaların yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. LED ışıklarla yapılan 10 sn'lik uygulamaların bağlanma kuvvetleri için yeterli, 5 sn'lik uygulamaların ise yetersiz olduğu belirtilmiştir (Mavropoulos vd 2005). Üşümez ve arkadaşları (2004) ise 10 sn'lik polimerizasyon ile elde edilen bağlanma değerlerinin anlamlı olarak düşük olduğunu belirtmişlerdir. Literatürde halojen ve LED ışık kaynakları kullanıldığında bağlanma dayanımı değerlerinin benzer olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Gonçalves vd 2011, Fleming vd 2013). Halojen ve LED ışık kaynakları ile klinik için yeterli bağlanma dayanımı kuvvetlerinin elde edildiği, ancak LED ışık kaynakları ile daha kısa sürelerde yeterli bağlanmanın sağlandığı gösterilmiştir (Gupta ve Shrestha 2018). Ayrıca literatürde LED ışık kaynakları ile yapıştırılan braketlerin halojen ışık kaynaklarına göre bağlanma dayanımı kuvvetlerinin anlamlı derecede yüksek olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur (Pinto vd 2011, De Abreu Neto vd 2015).

Bağlanma dayanımı testinde uygulanan bıçağın hızının test sonuçlarına etkisini araştırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bağlanma dayanımı çalışmalarında genellikle kuvvetin uygulanma hızı 0.1 ve 5 mm/dk arasında değişmektedir. Braketlerin koparılması esnasında 1mm/dk'lık hız artışlarının bağlanma kuvvetinde ortalama 1.3 MPa artışa sebep olduğu belirtilmiştir (Finnema vd 2010). Başka bir çalışmada da bıçak hızının her 0.5 mm/dk'lık artışında 6.8 MPa artış olduğu bildirilmiştir (Altmann vd 2016). Bazı çalışmalarda ise bunun tam tersine hız arttıkça in-vitro bağlanma kuvvetlerinin azaldığı bulunmuştur (Eliades vd 2004, Bishara vd 2005). Bishara ve arkadaşları (2005), bıçağın hızının 5 mm/dk'dan 0.5 mm/dk'ya düştüğü durumlarda bağlanma kuvvetlerinin %57 oranında arttığını tespit etmişlerdir. Eliades ve Brantley (2000) klinik koşullarda oluşan braket kopmalarının laboratuvar ortamında uygulanandan çok daha yüksek hızlarda oluşabileceğini belirtmişlerdir. Eliades ve arkadaşları (2004) laboratuvar ortamında dişlere yapıştırılmış braketleri 1 mm/dk'lık ve 200 mm/dk'lık hızlarla koparmış ve 200 mm/dk'lık hızda daha düşük bağlanma dayanımı değerleri tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise 0.1 mm/dk, 0.5 mm/dk, 1 mm/dk, 5 mm/dk'lık hız değişimlerinin

bağlanma dayanımı kuvvetleri üzerine etkisi olmadığı gösterilmiştir (Klocke ve Kahl-Nieke 2005). Çalışmalarda en fazla kullanılan hız değeri ise 0.5 mm/dk'dır (Finnema vd 2010)

Sıyırma testi cihazında bıçak kullanmak yerine braketin kanatları altına bir tel geçirerek bu teli yukarı doğru çekmek suretiyle braketlerin bağlanma dayanımı kuvvetlerini ölçen çalışmalar da mevcuttur (Bin Abdullah ve Rock 1996, Oesterle vd 1998, Romano vd 2005, Jaffer vd 2009, Shapinko vd 2018). Ancak böyle bir yöntemin germe komponentleri içermesi sebebiyle gerçek bir sıyırma testi olmadığı düşünülmektedir (Finnema vd 2010). Bu uygulamada braket üzerine uygulanan telin ayarlanması zor olabilir ve oluşan sürtünme direnci hatalı sonuçların oluşmasına neden olabilir (Eliades ve Brantley 2000).

Laboratuvar koşullarında ortodontik braketlere uygulanan sıyırma testi uygulamaları sırasında, debonding kuvvetinin yeri ve yönü de bağlanma dayanımı testinin sonuçlarını etkilemektedir. Bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmaların çoğunun kuvvet uygulamasının yönü ve kuvvetin uygulandığı yer hakkında kesin bir bilgi vermediği görülmüştür (Klocke ve Kahl-Nieke 2005, 2006).

Sıyırma kuvvetinin uygulama yeri ile ilgili bilgi veren çalışmalarda ise braket tabanı (mine-braket ara yüzeyine yakın), braket slotu ve braket kulakçıkları olmak üzere kuvvetin uygulandığı üç alan tanımlanmıştır. Kuvvet uygulama noktasının braket tabanına uzaklığına bağlı olarak oluşacak momentlerin değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Eliades ve Brantley 2000). Üç boyutlu sonlu elemanlar analizi yapılarak mine yüzeyinden 300 µm uzağa kuvvet uygulanmasının oluşturacağı etkilerin simüle edildiği bir çalışmada debonding kuvvetinin uygulama yerine bağlı olarak gerilme, sıkışma ve sıyırma değerlerinde büyük farklar kaydedilmiştir (Thomas vd 1999). Katona (1994), yapıştırıcı içindeki stres dağılımlarının kuvvet yükleme yöntemine göre farklılık gösterdiğini ve en yüksek stres değerlerinin uygulanan kuvvetin yerine bağlı olduğunu bildirmiştir. Thomas ve arkadaşları (1999) mine yüzeyine ve mine yüzeyinden 300 µm uzağa uygulanan kuvvetlerin, sıyırma stresleri arasında %48'lik bir fark oluşturduğunu göstermiştir. Ayrıca sıyırma testi sırasında adeziv tabakada oluşan bu stres farklılıklarının braket kopmalarının önemli bir sebebi olabileceği belirtilmiştir (Klocke ve Kahl-Nieke 2005).

Kuvvetin uygulanma yerinin in-vitro sıyırma testlerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ilk grupta kuvvet mine adeziv ara yüzeyine mümkün olan en yakın yere ve braket tabanına gelecek şekilde uygulanmıştır. İkinci grupta ise kuvvet braket tabanı ve kulakçıkları arasına gelecek şekilde braket slotuna, üçüncü grupta ise kuvvet oklüzal braket kulakçıklarına doğru uygulanmıştır. Elde edilen bağlanma dayanımı değerleri mineye en yakın grupta en yüksek iken mineye en uzak grupta en düşük olarak tespit

edilmiştir. Sıyırma testinde elde edilen bağlanma dayanımı değerleri, uygulanan kuvvetin yeri braket tabanından braket slotuna doğru hareket ettirildiğinde %49.3 oranında azalmıştır. Kuvvet braket kulakçıklarına (mineden en uzak) doğru hareket ettirildiğinde de azalma oranının daha da arttığı tespit edilmiştir (Klocke ve Kahl-Nieke 2005). Ancak başka bir çalışmada ise kuvvet braket kanatlarına uygulandığı zaman bağlanma dayanımı kuvvetlerinin 8,3 MPa arttığı görülmüştür (Altmann vd 2016). Bu nedenle debonding kuvvetinin uygulandığı yerin çalışmalarda standardize edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Klocke ve Kahl-Nieke 2005).

Sıyırma testi sırasında uygulanan kuvvetin yeri, braket tabanına veya braket slotuna uygulandığı zaman testin güvenilir olduğu kabul edilmektedir. Ancak kuvvetin braket kulakçıklarına uygulandığı durumlarda testin güvenilirliğinin azalabileceği belirtilmiştir (Littlewood ve Redhead 1998, Klocke ve Kahl-Nieke 2005). Sıyırma testlerinde braketlere koparma kuvvetinin uygulanacağı yer ve kuvvetin üst sınırı belirlenirken oluşabilecek mine kırık riski de göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü 9.7 MPa'a kadar düşük değerlerde bile mine kırıkları gösterilmiştir (Retief 1974). Kuvvetin uygulama noktası braket tabanına uygulandığı zaman yüksek sıyırma kuvveti değerlerinden dolayı mine kırığı riski vardır. Ancak kuvvet braket kulakçıklarına uygulandığı zaman mine kırık riski azalacaktır. Ayrıca kullanılan braketlerin tasarımları ve boyutları, uygulanan kuvvetin braket dış yüzeyine olan mesafesini değiştirebileceği için sıyırma testinin sonuçlarını etkileyebilmektedir (Katona 1994, Klocke ve Kahl-Nieke 2005).

İn-vitro koşullarda uygulanan sıyırma testinin sonuçları üzerinde, kuvvetin uygulandığı yön de önem taşımaktadır. Sıyırma testinde ideal çekme yönünün yükleme ara yüzeyine paralel olması gerektiği belirtilmiştir (Littlewood ve Redhead 1998). Birçok durumda kuvvet braket tabanına paralel uygulanmayıp, yerleştirilmiş dişin uzun eksenine ile çekme yönü arasında oluşan açıya uygulanmaktadır. (Fox vd 1994). Testlerden elde edilen ve farklılık gösteren ölçüm sonuçlarının, uygulanan debonding kuvvet yönünün kontrol edilememesinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Littlewood ve Redhead 1998).

Yapılan bir çalışmada test cihazlarında oluşan yanlış konumlandırmaların sıyırma testi üzerine etkilerini incelemek için sonlu elemanlar analizi ile debonding kuvvetinin uygulama yeri ve yönünün etkisi araştırılmıştır. Kuvvetin uygulama yerine göre uygulama yönünün daha az etkili olduğu ama yine de test sırasında göz ardı edilmemesi gerektiği bildirilmiştir (Katona 1994). Klocke ve Kahl-Nieke (2006) çalışmalarında sıyırma bağlanma dayanımı testi uygulanırken hatalı uygulanabilecek debonding kuvvet yönünün sonuçlar üzerine etkilerinin olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmalarında braket tabanına paralel yönde uygulanan debonding kuvveti ile karşılaştırıldığı zaman mineye doğru açılan kuvvetlerin en yüksek, mineden uzağa doğru açılan kuvvetlerin ise en

düşük sıyırma bağlanma dayanımı kuvvetlerine sebep olduğunu göstermişlerdir. Uygulanan sıyırma kuvvetinin yönünün değişmesi sıyırma testinde elde edilen sonuçları önemli ölçüde etkilemektedir (Klocke ve Kahl-Nieke 2006).

## 2.7. Hipotez

Bu çalışmada “primersiz tek adımlık sistem kullanılarak yapıştırılan metal ve seramik braketler ile asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli adeziv sistemler arasında mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı değerleri açısından herhangi bir farklılık yoktur” şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu değerlendirilecektir.



### **3. GEREÇ VE YÖNTEMLER**

#### **3.1. Etik Kurul Onayı**

Araştırmanın yürütülebilmesi için Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'ndan 05.12.2017 tarihli ve 16 sayılı karar ile etik onayı alınmıştır (EK-1).

#### **3.2. Çalışmamızda Kullanılacak Örnek Sayısının Belirlenmesi**

Çalışmamızda kullanılacak örnek sayısını belirlemek amacıyla gruplar arasında etki büyüklüğü  $f=0.5$  olacak şekilde yapılan istatistiksel güç analizi (G\*Power, versiyon 3.1.9.2) neticesinde %95 güven düzeyinde %80 güç elde edildiğinde her bir grup için minimum örnek sayısının 10 adet olması gerektiği belirlenmiştir. Ancak test sırasında örneklerin zarar görebileceği ihtimali göz önüne alınarak her bir gruba 12 adet dişin dahil edilmesine karar verilmiştir.

Bu kapsamda anabilim dalımıza tedavi gereksinimi nedeniyle başvuruda bulunmuş hastalardan tedavi gereği çekim endikasyonu konulan ve fakültemiz Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda çekilmiş üst birinci premolar dişler kullanılmıştır.

Yapılan güç analizi dikkate alınarak çalışmamızın ilk bölümünde mikrosızıntıyı değerlendirmek amacıyla her bir grupta 12 adet diş olacak şekilde 72 adet diş, ikinci bölümde de bağlanma dayanımını değerlendirmek amacıyla her bir grupta 12 adet diş olacak şekilde 72 adet diş kullanılmıştır. İlaveten her bir gruptan birer adet olmak üzere 6 adet dişte, yapıştırıcı-mine yüzeyi arasındaki adezyon taramalı elektron mikroskopunda değerlendirilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda toplamda 150 adet üst birinci küçük azı dişi kullanılmıştır.

#### **3.3. Örneklerin Hazırlanması**

Çekimleri yapılan dişler deneyler başlatılıncaya kadar %0.1'lik timol solüsyonu içerisinde ve oda sıcaklığında bekletilmiştir. Toplanan dişlerin ışık altında incelenmesi sonucunda üzerinde dolgu, çürük, çatlak veya davye tahribatı olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmamızda kullanılacak tüm dişlerin mine yüzeyleri flor içermeyen



pomza kullanılarak düşük devirli mikromotora takılan lastik disk yardımıyla 10 sn süresince temizlenmiş ve ardından su ile yıkanmıştır.

Mikrosızıntının değerlendirileceği, 72 adet dişin kök kısımları eritilmiş mum ile kaplanmıştır. Ardından tüm örnekler 5x5'lik etiketler yapıştırılarak, tüm dış yüzeyleri aside dirençli tırnak cilası ile 2 kat kaplanmıştır. Aside dirençli cilanın kurumasının ardından etiketler diş yüzeyinden uzaklaştırılmış ve yapışkan kalıntılar etil alkollü pamuk yardımı ile temizlenmiştir (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** Mikrosızıntı örneklerinin hazırlanması

Bağlanma dayanımının değerlendirileceği 72 adet dişin test cihazına taşınabilmesi için dişler, mine-sement birleşiminin 1 mm apikalinden, dikdörtgen prizması şeklindeki otopolimerizan akrilikten oluşan bloklara, dişin uzun aksı yer düzlemine dik olacak şekilde yerleştirilerek gömülmüştür.

Hazırlanan tüm örnekler, çalışmamızın diğer aşamalarına kadar geçen sürede oda sıcaklığında ve distile su içerisinde bekletilmiştir.

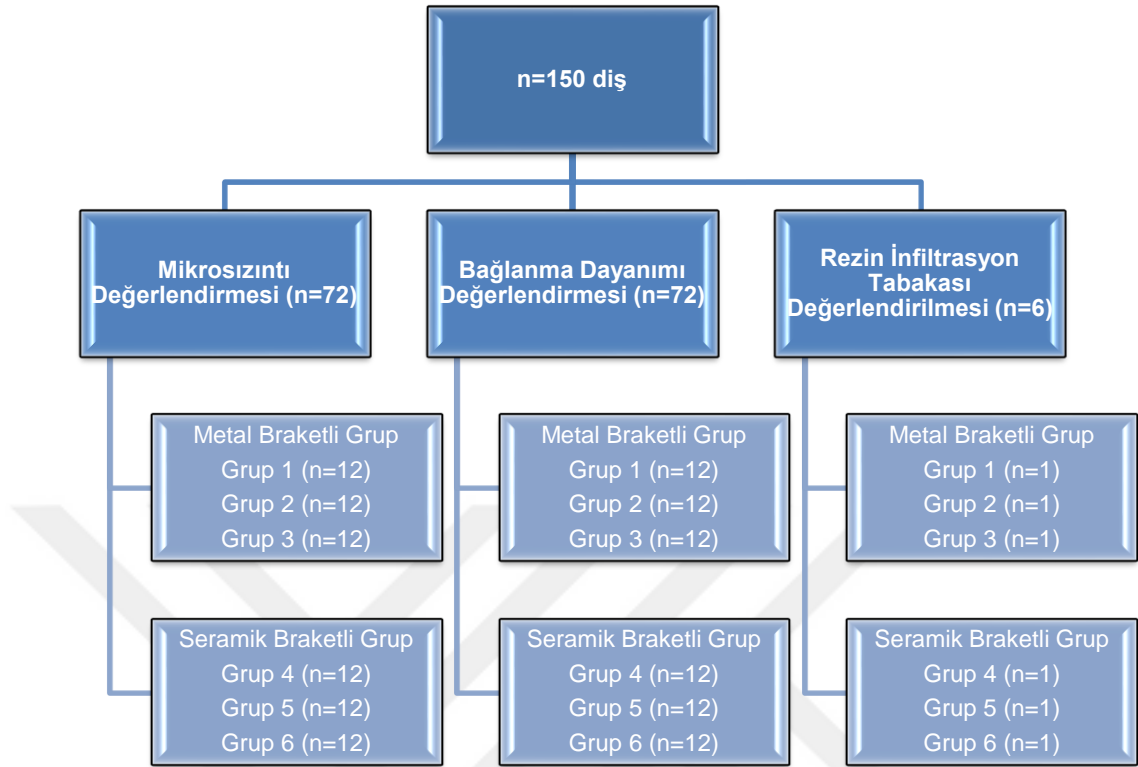
### 3.4. Hazırlanan Örneklerin Gruplara Ayrılması

Mikrosızıntı ve bağlanma dayanımının değerlendirileceği örnekler öncelikle metal ve seramik braketlerin uygulanacağı 2 ana gruba, ardından her bir grup da kendi içinde 3 farklı adeziv sistemin kullanıldığı 3 alt gruba daha ayrılarak, toplam 6 grup oluşturulmuştur (n=12).

Çalışmamızda oluşturulan gruplar;

- ✓ **Grup 1:** Asitlenen yıkanan adeziv sistem + Metal braket
- ✓ **Grup 2:** Kendinden asitli adeziv sistem + Metal braket
- ✓ **Grup 3:** Primersiz tek adımlık adeziv sistem + Metal braket
- ✓ **Grup 4:** Asitlenen yıkanan adeziv sistem + Seramik braket
- ✓ **Grup 5:** Kendinden asitli adeziv sistem + Seramik braket
- ✓ **Grup 6:** Primersiz tek adımlık adeziv sistem + Seramik braket

Oluşturulan grupların dağılımı Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Çalışmamızda oluşturulan grupların dağılımı

### 3.5. Çalışmamızda Kullanılan Adeziv Sistemler

Çalışmamızda kullanılan adeziv sistemler aşağıda belirtilen şekillerde uygulanmıştır.

#### ➤ Grup 1: Asitlenen-Yıkanan Adeziv Sistem

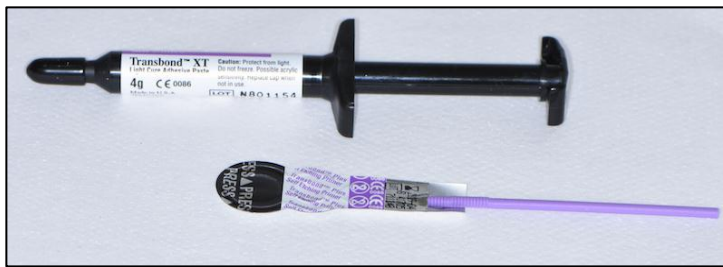
Yıkayıp kurutulmuş dişlerin bukkal yüzeylerine jel formundaki %37'lik fosforik asit (3M/ESPE, St Paul, Minn, ABD) 15 sn süresince uygulanmış, ardından hava-su spreyi ile yüzey yıkayıp kurutulmuştur. Tebeşirimsi görünümlü mine yüzeyine Transbond XT Primer (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) fırça yardımı ile sürülmüştür. Uygulanacak metal braketin kadesine Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) yerleştirilmiş ve braket uygun pozisyonda diş yüzeyine konumlandırılmıştır. Grup 1'de kullanılan adeziv sistem Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.3.** Grup 1'de kullanılan adeziv sistem

➤ **Grup 2: Kendinden Asitli Adeziv Sistem**

Bu grupta asitleme-yıkama uygulaması yerine kendinden asitli primer kullanılmıştır. Asidik primer olarak Transbond Plus Self-Etching Primer (SEP) (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) yıkanıp kurutulmuş dişlerin vestibül yüzeylerine 3 sn süresince dairesel hareketlerle uygulanmıştır. Primerin aktivasyonu için en dıştaki kısım parmakların arasında ezilmiştir. Bu esnada birinci bölümdeki solüsyon, ikinci bölüme geçmiştir ve iki solüsyon karışmıştır. En dış kısmın sıkıştırılarak ikinci bölümün üzerine katlanmasının ardından aktivasyon tamamlanmıştır. Karışan maddeler, aplikatörün olduğu üçüncü bölüme geçmiştir ve ıslanan aplikatör kısım diş yüzeyine en az 3 sn süresince uygulanmıştır. Diş yüzeyine SEP'in sürülmesinden sonra 1-2 sn yüzeye hava sıkılmıştır. Metal braketin kaidesine Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanarak braket uygun pozisyonda diş yüzeyine yerleştirilmiştir. Grup 2'de kullanılan adeziv sistem Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.4.** Grup 2'de kullanılan adeziv sistem

➤ **Grup 3: Primersiz Tek Adımlık Adeziv Sistem**

Yıkanıp kurutulmuş dişlerin bukkal yüzeylerine jel formundaki %37'lik fosforik asit (3M/ESPE St Paul, Minn, ABD) 15 sn süresince uygulanmış sonrasında hava-su spreyi ile yüzey yıkanıp kurutulmuştur. Ardından tebeşirimsi görünümde mine yüzeyi elde edilmiştir. Primersiz tek adımlık sistem olan GC Ortho Connect Light-Cure Adeziv (GC Orthodontics, Japonya) doğrudan metal braket kaidesine yerleştirilerek, uygun pozisyonda diş yüzeyine konumlandırılmıştır. Grup 3'de kullanılan adeziv sistem Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.5.** Grup 3'de kullanılan adeziv sistem

Grup 4, Grup 5 ve Grup 6'da da yukarıda anlatıldığı şekilde sırasıyla aynı adeziv sistemler uygulanmıştır. Ancak bonding işlemleri metal yerine seramik braketler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tüm gruplarda braketler diş üzerine uygun pozisyonda yerleştirilip bastırıldıktan sonra braketin etrafından taşan kompozit sond yardımı ile temizlenmiştir. Ardından mezial ve distal yönlerden 10'ar sn toplam 20 sn LED ışık cihazı (Woodpecker, Guangxi, Çin) yardımıyla adezivin polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan tüm adeziv sistemlerin içeriği ve özellikleri Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

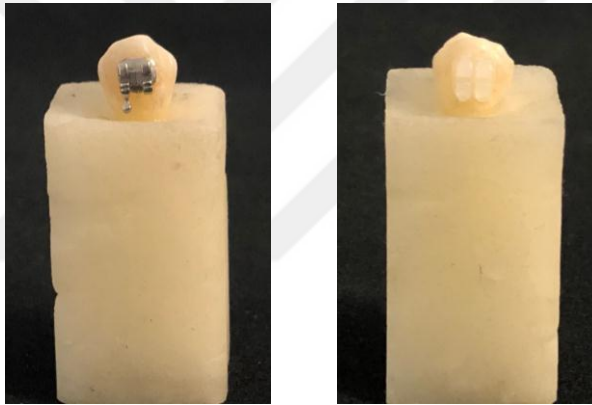
**Tablo 3.1.** Çalışmamızda kullanılan adeziv sistemler ve içeriği

Materyal	Özellik	İçeriği
<b>Transbond XT Primer (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)</b>	Konvansiyonel adeziv sistem	Bisfenol A Diglisidil Eter Dimetakrilat, Trietilen Glikol Dimetakrilat (TEGDMA), Trifenilantimon, 4-(Dimetilamino)-Benzenetanol, DL-Kamforokinon, Hidrokinon.
<b>Transbond Plus SEP (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)</b>	Tek basamaklı kendinden asitli adeziv sistem	Metakrilat Profosfotaz, Etilen Dimetakrilat, Fosforik Asit, HEMA, 2-Propenoik Asit, 2 Metil-Fosfinicobis Ester, Su, Mono HEMA Fosfat Trifosfat, DL-Kamforokinon.
<b>Transbond XT Light Cure Adeziv (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)</b>	Konvansiyonel kompozit rezin	Silanlanmış Kuvartz, Bisfenol A Diglisidil Eter Dimetakrilat (Bis-GMA), Bisphenol A Bis (2-Hidroksietil Eter), Dimetakrilat, Silanlanmış Silica, Difeniliodonium Heksaflorofosfat.
<b>GC Ortho Connect Light Cure Adeziv (GC Orthodontics, Japonya)</b>	Tek basamaklı primersiz adeziv sistem	4,4'-izopropilidenedifenol, Etoksi ve 2-metilprop-2enoik asit bileşiklerinin esterlenme ürünleri, 7,7,9 (7,9,9)-trimetil-4,13-diokso-3,14-dioksa-5,12-diazaheksadekan-1,16-diyl bismetarilat, Metakriloksidil Dihidrojen Fosfat, 6-tert-bütül-2,4-xilenol.

Mikrosızıntı ve bağlanma dayanımının değerlendirileceği örneklere (Şekil 3.6 ve 3.7) üretici firmaların talimatları doğrultusunda üç farklı adeziv sistem kullanılarak 75 adet Gemini metal (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) ve 75 adet Clarity™ Advanced seramik (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) üst premolar braketter yapıştirilmiştir. Kullanılan braketterin tamamı 0.022 slot ve taban alanları sırasıyla 10.61 ve 11.69 mm<sup>2</sup>'dir.



**Şekil 3.6.** Mikrosızıntı örneklerine braketterin yapıştirilmesi



**Şekil 3.7.** Bağlanma dayanımı örneklerine braketterin yapıştirilmesi

### 3.6. Termal Siklus Uygulaması

Braketleme işlemleri tamamlanan mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı örneklerine, 5°C ile 55°C'de bekleme süresi 30 sn ve transfer zamanı 10 sn olacak şekilde 500 kez termal siklus uygulanmıştır. Termal siklus uygulaması Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı bünyesinde bulunan termal siklus cihazı (Julabo, FT400, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8).



**Şekil 3.8.** Çalışmamızda kullanılan termal siklus cihazı

Termal siklus uygulaması sonrası, mikrosızıntı örnekleri 24 saat süreyle %0.5'lik bazik fuksin solüsyonu içerisinde ve oda sıcaklığında bekletilmiştir. Solüsyondan çıkarılan dişlerdeki boya kalıntıları, yumuşak bir fırça yardımıyla temizlenmiş ve distile su altında yıkanmıştır. Hazırlanan örnekler dikdörtgen prizması şeklindeki akrilik rezin bloklar içerisine, keserken referans oluşturması için sadece tüberkül tepeleri açıkta kalacak şekilde tamamen gömülmüştür. Polimerizasyondan sonra örnekler gruplarına göre numaralandırılarak çalışmanın bir sonraki aşamasına kadar geçen sürede distile su içerisinde muhafaza edilmiştir.

Bağlanma dayanımı örnekleri de termal siklus cihazından çıkarıldıktan sonra sıyırma testine tabi tutulana kadar geçen sürede oda sıcaklığında distile su içerisinde bekletilmiştir.

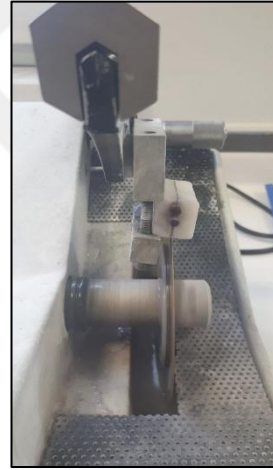
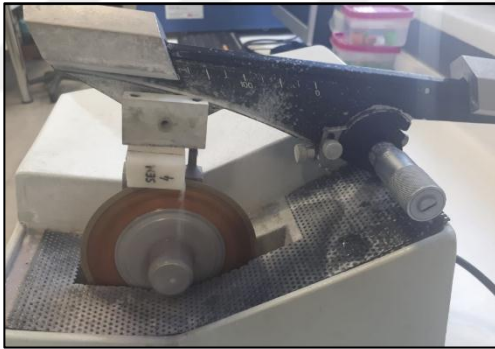
### **3.7. Mikrosızıntı Örneklerinden Kesit Alınması ve İncelenmesi**

Mikrosızıntı örneklerinden kesit almak için hassas kesme cihazı (Minitom, Struers, Danimarka) kullanılmıştır (Şekil 3.9). Kesit alma işlemi Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3.9.** Kesit alma işleminde kullanılan hassas kesme cihazı

Her örnekten braketlerin ortasından geçecek şekilde bukkolingual yönde ve paralel olacak şekilde 2 adet kesit alınmıştır (Şekil 3.10 ve 3.11). Kesitlerin alınmasından sonra örnekler, distile su içerisinde muhafaza edilmiştir.



**Şekil 3.10.** Hassas kesme cihazında örneklerin kesilmesi



**Şekil 3.11.** Mikrosızıntının değerlendirilmesi için metal ve seramik braketli gruplardan alınan birer kesit

Örneklerden alınan tüm kesitler, stereomikroskop (Leica, S8AP0, Almanya) altında 20X'lik büyütme ile boya penetrasyonu açısından incelenmiştir (Şekil 3.12). Her bir dişin iki yarım parçasında braket altından, braket çevresindeki gingival ve oklüzal alanları içeren görüntüler fotoğraf makinesine bağlı stereomikroskop altında alınarak, bilgisayara aktarılmıştır.



**Şekil 3.12.** Çalışmamızda kullanılan bilgisayara bağlı stereomikroskop cihazı

Alınan görüntüler üzerinde mikrosızıntı, adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeyindeki boya penetrasyonu miktarına göre değerlendirilip Tablo 3.2'de gösterildiği şekilde skorlanmıştır.

**Tablo 3.2.** Adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde mikrosızıntı skorlaması

Skor	Kriter
0	Boya penetrasyonu yoktur.
1	Boya penetrasyonu 1 mm ile sınırlıdır.
2	Boya penetrasyonu 2 mm ile sınırlıdır.
3	Boya penetrasyonu 3 mm veya daha fazladır.

### 3.8. Bağlanma Dayanımı Örneklerine Sıyırma Testlerinin Uygulanması

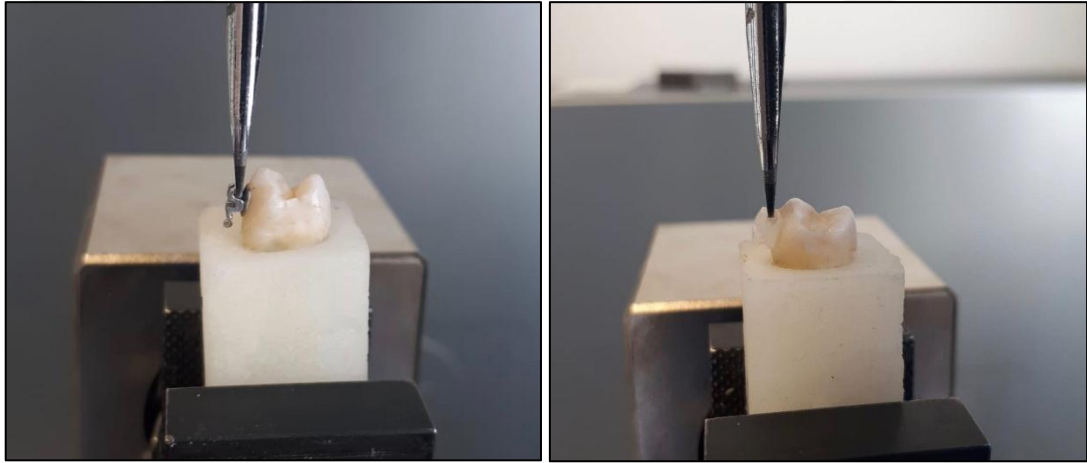
Bağlanma dayanımının değerlendirileceği örneklere yapıştırılan braketlerin, sıyırma kuvvetlerine karşı tutuculukları Universal test cihazı (Instron, 3345, Norwood, ABD) ile değerlendirilmiştir (Şekil 3.13). Sıyırma testleri Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı bünyesinde gerçekleştirilmiştir.





**Şekil 3.13.** Çalışmamızda kullanılan Instron cihazı

Hazırlanan bağlanma dayanımı örneği, test cihazına kuvvet yükleme ucu braket yapıştırılan diş yüzeyine paralel ve braket slotuna yakın olacak şekilde konumlandırılmıştır. Braket kopana kadar 0.5 mm/dk hızla sıyrma kuvveti uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, cihaza bağlı olan bilgisayar yardımıyla newton (N) cinsinden kaydedilmiş ve braket taban alanına bölünerek megapaskala (MPa) çevrilmiştir. Şekil 3.14'de bağlanma dayanımı testleri uygulanan örneklerin instron cihazına yerleştirilmesi izlenmektedir.



**Şekil 3.14.** Instron test cihazına bağlanma dayanımı örneklerinin yerleştirilmesi

### 3.9. Kopma Bölgelerinin İncelenmesi

Braketler koparıldıktan sonra dişlerin vestibül yüzeyleri Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan stereomikroskop (Leica, S8AP0, Almanya) yardımıyla 10X'luk büyütme altında incelenerek, dijital fotoğraf kayıtları alınmıştır. Dişlerin yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı, Artun ve Bergland (1984)

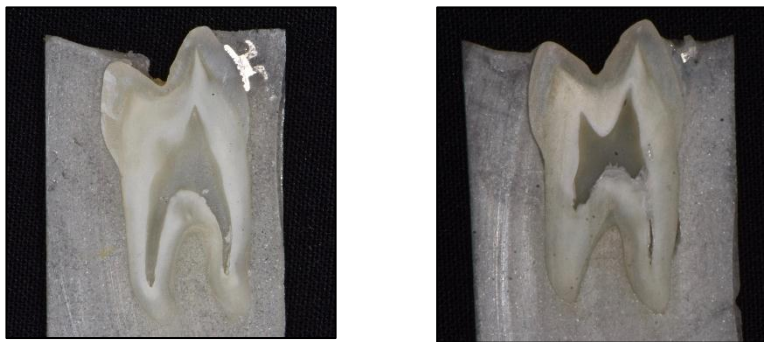
tarafından tanımlanan Artık Adeziv Endeksi (AAE) kullanılarak sınıflandırılmış ve değerlendirilmiştir. Bu indekse göre skorum Tablo 3.3'de gösterildiği gibi yapılmıştır.

**Tablo 3.3.** Artık adeziv endeks (AAE) skoruması

Skor	Kriter
0	Diş üzerinde hiç yapıştırıcı kalmamıştır.
1	Diş üzerindeki yapıştırıcı miktarı %50'den azdır.
2	Diş üzerinde kalan yapıştırıcı miktarı %50'den fazladır.
3	Tüm yapıştırıcı braket kaidesinin izi ile birlikte mine yüzeyinde kalmıştır.

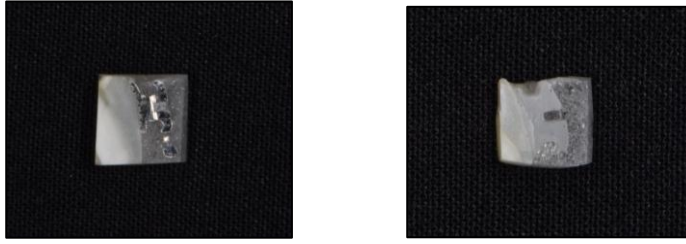
### 3.10. Taramalı Elektron Mikroskop (TEM) Değerlendirilmesi

Çalışmamızın son bölümünde, bağlanma mekanizmasında esas olan rezin infiltrasyon tabakasını belirlemek amacıyla 6 diş örneğine üç farklı adeziv sistem uygulanarak metal ve seramik braketler yapıştırılmıştır. Ardından hazırlanan örnekler, 5°C ile 55°C'de bekleme süresi 30 sn ve transfer zamanı 10 sn olacak şekilde 500 kez termal siklus (Julabo, FT400, Almanya) uygulanmıştır. Diş örnekleri, braketli kısımları akrilik içinde kalacak şekilde dikdörtgen prizması şeklindeki akrilik bloklara gömülmüştür. Örneklerden kesit almak için Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'ndaki hassas kesme cihazı (Minitom, Struers, Danimarka) kullanılmıştır. Her örnekten bukkolingual yönde braketlerin ortasından geçecek şekilde 4 paralel kesit alınmıştır (Şekil 3.15).



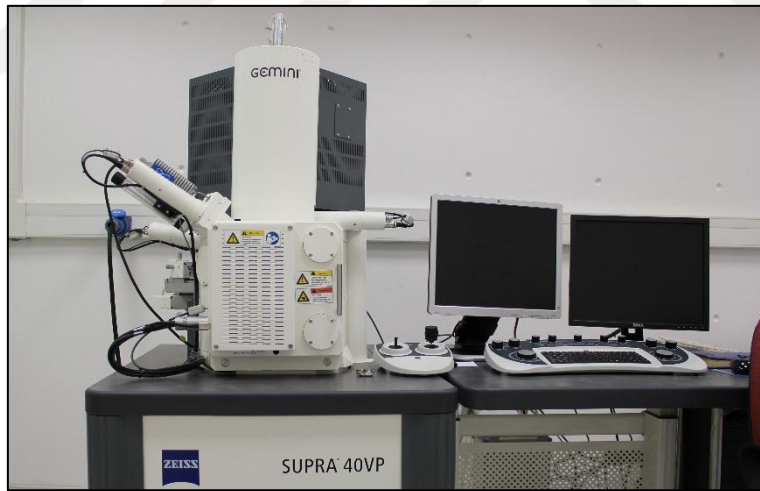
**Şekil 3.15.** Metal ve seramik braketli örneklerden alınan birer kesit

Alınan kesitlerin öncelikle kron kısmı kök bölgesinden ayrılmış ve 5x5 mm boyutunda olacak şekilde örnekler küçültülmüştür (Şekil 3.16).



**Şekil 3.16.** Taramalı elektron mikroskobu için örneklerin küçültülmüş kesitleri

Görüntüler alınmadan önce örnekler bir takım hazırlık işlemlerine tabi tutulmuştur. Öncelikle dış yüzeyleri 0,1 M Sorensen fosfat tamponunda yıkanmış sonra sırasıyla %50, %70, %80, %90 ve %96 absolü alkol serilerine alınmıştır. Son olarak absolü alkol: saf aseton (2:1), absolü alkol: saf aseton (1:1), absolü alkol: saf aseton (1:2) ve saf asetonundan geçirilerek kurutma işlemine (Leica CPD 300, Vienna, Avusturya) tabi tutulmuştur. Örnekler kurutulduktan sonra Au/Pd kaplama cihazında (Quorum Q 150R ES, East Grinstead, Birleşik Krallık) kaplanarak iletken hale getirilmiştir. Dış örneklerinden alınan kesitlerin incelenmesinde taramalı elektron mikroskobu (Zeiss Gemini, Supra 40VP, Jena, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 3.17). Çalışmamızda 1000X'lik büyütme ile inceleme yapılmıştır.



**Şekil 3.17.** Çalışmamızda kullanılan taramalı elektron mikroskobu

### 3.11. İstatistiksel Yöntem

Çalışmamızda veriler SPSS versiyon 24.0 (IBM Corp, Armonk, NY, ABD, 2016) paket programıyla analiz edilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma, minimum, maksimum ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelenmiştir. Parametrik test varsayımları sağlandığında bağımsız grup farklılıklarının karşılaştırılmasında tek yönlü

varyans analizi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis varyans analizi kullanılmıştır. Parametrik test varsayımları sağlandığında bağımlı grup farklılıkların karşılaştırılmasında bağımlı gruplarda t testi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise bağımlı grup farklılıkların karşılaştırılmasında Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanılmıştır. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ise ki-kare analizi kullanılmıştır. Tüm analizlerde  $p < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Mikrosızıntı Testlerine Ait Bulgular

#### 4.1.1. Metal Braket Gruplarına Ait Mikrosızıntı Testi Bulguları

Transbond XT Primer (Grup 1), Transbond Plus SEP (Grup 2) ve GC Ortho Connect (Grup 3) kullanılarak yapıştırılan braketlerin adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı skorları sırasıyla Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.** Metal braket gruplarına ait adeziv-mine ara yüzeyindeki mikrosızıntı skorları

Yüzey	Marjin	N	Grup	(Ort±SS)	p değeri	Çoklu Karşılaştırma	
						Grup 2	Grup 3
Adeziv-Mine Ara Yüzeyi	Oklüzal	12	Grup 1	1.00±0.85	0.010*	*	
		12	Grup 2	2.17±1.03			*
		12	Grup 3	0.92±1.08		*	
	Gingival	12	Grup 1	1.33±0.65	0.305		
		12	Grup 2	1.83±1.11			
		12	Grup 3	1.25±1.14			
	Ortalama	12	Grup 1	1.17±0.72	0.041*		
		12	Grup 2	2.00±0.98			*
		12	Grup 3	1.08±1.02		*	

\*p<0.05

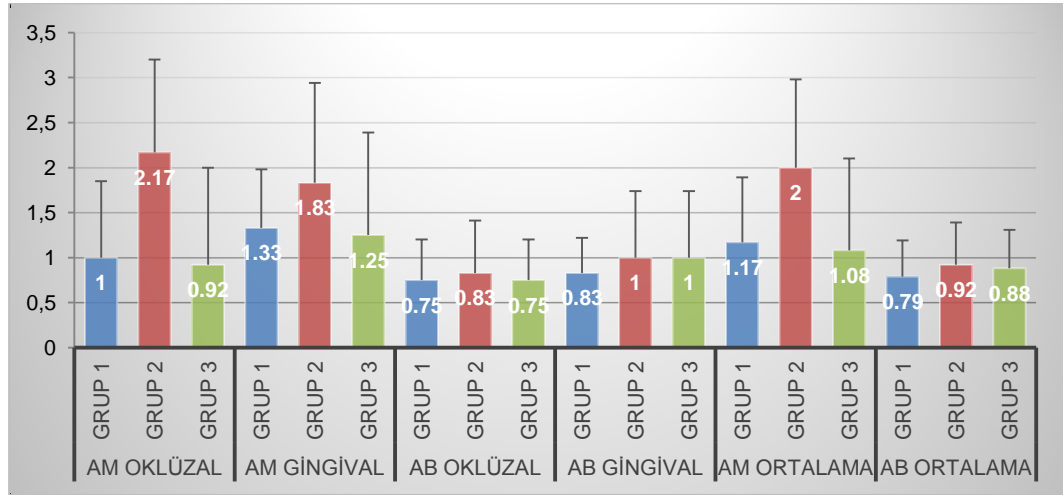
Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, metal braketler kullanıldığı zaman adeziv-mine ara yüzeylerinde oklüzal yönde gruplar arasındaki mikrosızıntı skorlarının istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur. Grup 2'nin mikrosızıntı skorları Grup 1 ve 3'e göre anlamlı olarak yüksektir. Adeziv-mine ara yüzeylerinde gingival yönde gözlenen mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. Adeziv-mine ara yüzeylerinde oklüzal ve gingival yüzeylerin ortalama mikrosızıntı skorları incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür. Grup 2'nin mikrosızıntı skorları Grup 3'e göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur.

**Tablo 4.2.** Metal braket gruplarına ait adeziv-braket ara yüzeyindeki mikrosızıntı skorları

Yüzey	Marjin	N	Grup	(Ort±SS)	p değeri
Adeziv- Braket Ara Yüzeyi	Oklüzal	12	Grup 1	0.75±0.45	0.928
		12	Grup 2	0.83±0.58	
		12	Grup 3	0.75±0.45	
	Gingival	12	Grup 1	0.83±0.39	0.822
		12	Grup 2	1.00±0.74	
		12	Grup 3	1.00±0.74	
	Ortalama	12	Grup 1	0.79±0.40	0.743
		12	Grup 2	0.92±0.47	
		12	Grup 3	0.88±0.43	

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, metal braketler kullanıldığında adeziv-braket ara yüzeylerinde oklüzal yönde, gingival yönde ve ortalamalarında; Grup 1, Grup 2, Grup 3 arasında mikrosızıntı skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür.

Şekil 4.1'de metal braketlere ait mikrosızıntı skorları grafiksel olarak gösterilmektedir.



AM: Adeziv-mine; AB: Adeziv-braket

**Şekil 4.1.** Metal braket gruplarına ait mikrosızıntı skorlarının grafiksel görünümü

#### 4.1.2. Seramik Braket Gruplarına Ait Mikrosızıntı Testi Bulguları

Transbond XT Primer (Grup 4), Transbond Plus SEP (Grup 5) ve GC Ortho Connect (Grup 6) kullanılarak yapıştırılan braketlerin adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı değerlerine ait bulgular Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'de verilmiştir.

**Tablo 4.3.** Seramik braket gruplarına ait adeziv-mine ara yüzeyindeki mikrosızıntı skorları

Yüzey	Marjin	N	Grup	(Ort±SS)	p değeri	Çoklu Karşılaştırma	
						Grup 5	Grup 6
Adeziv-Mine Ara Yüzeyi	Oklüzal	12	Grup 4	0.75±0.87	0.0001*	*	
		12	Grup 5	2.00±0.95			*
		12	Grup 6	0.25±0.45		*	
	Gingival	12	Grup 4	1.08±1.00	0.062		
		12	Grup 5	1.83±1.11			
		12	Grup 6	0.83±0.94			
	Ortalama	12	Grup 4	0.92±0.85	0.001*	*	
		12	Grup 5	1.92±0.97			*
		12	Grup 6	0.54±0.45		*	

\*p<0.05

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, seramik braketler kullanıldığı zaman gruplar arasında adeziv-mine ara yüzeylerinde oklüzal yönde mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmiştir. Grup 5'in mikrosızıntı değerleri Grup 4 ve Grup 6'ya göre anlamlı olarak yüksektir. Adeziv-mine ara yüzeylerinde gingival yönde ise mikrosızıntı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı bulunmuştur. Adeziv-mine ara yüzeylerinde oklüzal ve gingival yüzeylerin ortalama mikrosızıntı skorları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Grup 5'de Grup 4 ve Grup 6'ya göre daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir.

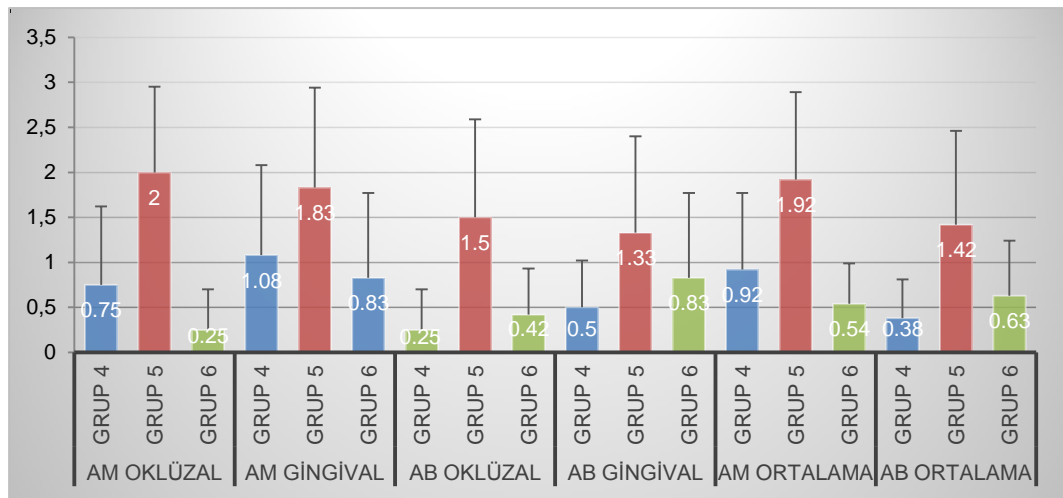
**Tablo 4.4.** Seramik braket gruplarına ait adeziv-braket ara yüzeyindeki mikrosızıntı skorları

Yüzey	Marjin	N	Grup	(Ort±SS)	p değeri	Çoklu Karşılaştırma	
						Grup 5	Grup 6
Adeziv-Braket Ara Yüzeyi	Oklüzal	12	Grup 4	0.25±0.45	0.003*	*	
		12	Grup 5	1.50±1.09			*
		12	Grup 6	0.42±0.51		*	
	Gingival	12	Grup 4	0.50±0.52	0.108		
		12	Grup 5	1.33±1.07			
		12	Grup 6	0.83±0.94			
	Ortalama	12	Grup 4	0.38±0.43	0.009*	*	
		12	Grup 5	1.42±1.04			*
		12	Grup 6	0.63±0.61		*	

\*p<0.05

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, seramik braketler kullanıldığında adeziv-braket ara yüzeylerinde oklüzal yönde mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Grup 5'de elde edilen mikrosızıntı değerleri, Grup 4 ve Grup 6'dan anlamlı olarak yüksektir. Adeziv-braket ara yüzeylerinde gingival yönde mikrosızıntı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür. Adeziv-braket ara yüzeylerinde, oklüzal ve gingival yüzeylerin ortalama mikrosızıntı skorları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Grup 5'de Grup 4 ve Grup 6'ya göre daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir.

Şekil 4.2'de seramik braketlere ait mikrosızıntı skorları grafiksel olarak gösterilmektedir.



AM: Adeziv-mine; AB: Adeziv-braket

**Şekil 4.2.** Seramik braket gruplarına ait mikrosızıntı skorlarının grafiksel görünümü



#### 4.1.3. Tüm Gruplara Ait Mikrosızıntı Testi Bulguları

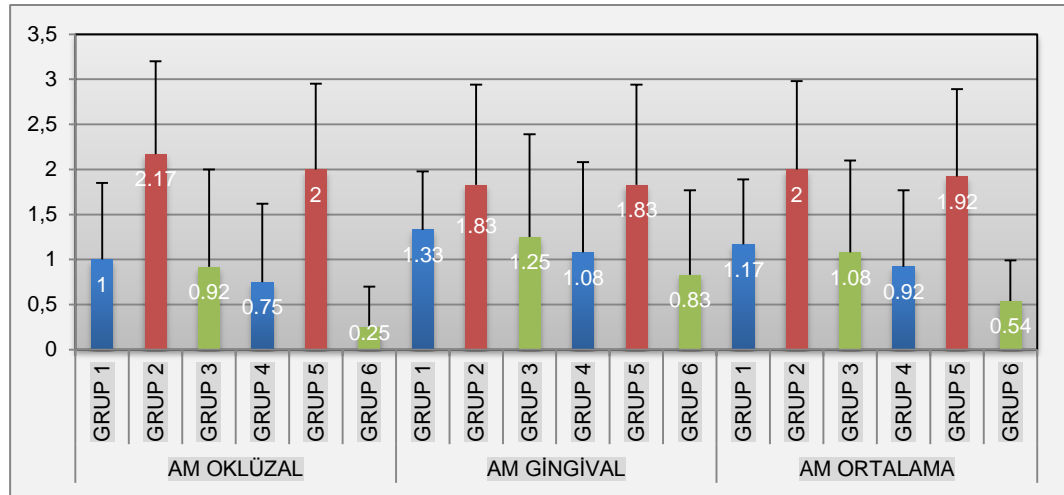
Tüm gruplar arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, adeziv-mine ara yüzeylerinde oklüzal yönde anlamlı farklılık izlenmiştir. Grup içi karşılaştırmalarda Grup 2'de izlenen mikrosızıntı skorları Grup 4 ve Grup 6'dan anlamlı olarak yüksektir. Grup 5'de ise Grup 6'dan anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı görülmüştür. Tüm gruplar arasında adeziv-mine ara yüzeylerinde gingival yönde izlenen mikrosızıntı skorları arasında anlamlı farklılık yoktur. Adeziv-mine ara yüzeylerinde oklüzal ve gingival yüzeylerin ortalama mikrosızıntı skorları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Grup 6'da, Grup 2 ve Grup 5'den anlamlı olarak daha az mikrosızıntı tespit edilmiştir. Adeziv-mine ara yüzeylerde oklüzal ile ortalama oklüzal ve gingival yönlerde, en yüksek mikrosızıntı değerleri Grup 2'de, en düşük mikrosızıntı değerleri ise Grup 6'da izlenmiştir. Tüm grupların adeziv-mine mikrosızıntı değerlerine ait bulgular Tablo 4.5'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.5.** Tüm grupların adeziv-mine ara yüzeylerindeki mikrosızıntı skorları

Yüzey	Marjin	N	Grup	(Ort±SS)	p değeri	Çoklu Karşılaştırma			
						Grup 2	Grup 4	Grup 5	Grup 6
Adeziv-Mine Ara Yüzeyi	Oklüzal	12	Grup 1	1.00±0.85	0.0001*				
		12	Grup 2	2.17±1.03			*		*
		12	Grup 3	0.92±1.08					
		12	Grup 4	0.75±0.87		*			
		12	Grup 5	2.00±0.95					*
		12	Grup 6	0.25±0.45		*		*	
	Gingival	12	Grup 1	1.33±0.65	0.089				
		12	Grup 2	1.83±1.11					
		12	Grup 3	1.25±1.14					
		12	Grup 4	1.08±1.00					
		12	Grup 5	1.83±1.11					
		12	Grup 6	0.83±0.94					
	Ortalama	12	Grup 1	1.17±0.72	0.0001*				
		12	Grup 2	2.00±0.98					*
		12	Grup 3	1.08±1.02					
		12	Grup 4	0.92±0.85					
		12	Grup 5	1.92±0.97					*
		12	Grup 6	0.54±0.45		*		*	

\*p<0.05

Şekil 4.3'de tüm braket gruplarına ait adeziv-mine ara yüzeylerinde izlenen mikrosızıntı skorları grafiksel olarak gösterilmektedir.



AM: Adeziv-mine

**Şekil 4.3.** Tüm braket gruplarına ait adeziv-mine ara yüzeylerinde izlenen mikrosızıntı skorlarının grafiksel görünümü

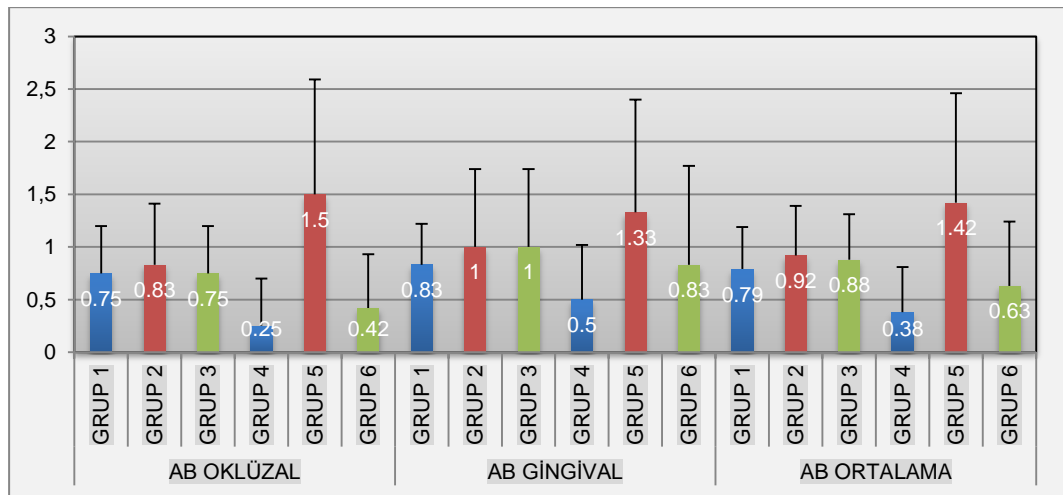
Tüm gruplar arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, adeziv-braket ara yüzeylerinde oklüzal yönde mikrosızıntı açısından anlamlı farklılık izlenmiştir. Grup 5'de izlenen mikrosızıntı değerleri Grup 4 ve Grup 6'dan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Tüm gruplar arasında adeziv-mine ara yüzeylerinde gingival yönde izlenen mikrosızıntı skorları arasında anlamlı farklılık yoktur. Adeziv-mine ara yüzeylerinde oklüzal ve gingival yüzeylerin ortalama mikrosızıntı skorları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Grup 5'de izlenen mikrosızıntı skorları Grup 4'den anlamlı olarak yüksektir. Adeziv-braket ara yüzeylerde tüm yönlerde, en yüksek mikrosızıntı değerleri Grup 5'de, en düşük mikrosızıntı değerleri ise Grup 4'de izlenmiştir. Tüm grupların adeziv-braket ara yüzey mikrosızıntı değerlerine ait bulgular Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.6.** Tüm grupların adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı skorları

Yüzey	Marjin	N	Grup	(Ort±SS)	p değeri	Çoklu Karşılaştırma		
						Grup 4	Grup 5	Grup 6
Adeziv- Braket Ara Yüzeyi	Oklüzal	12	Grup 1	0.75±0.45	0.003*			
		12	Grup 2	0.83±0.58				
		12	Grup 3	0.75±0.45				
		12	Grup 4	0.25±0.45			*	
		12	Grup 5	1.50±1.09		*		*
		12	Grup 6	0.42±0.51			*	
	Gingival	12	Grup 1	0.83±0.39	0.242			
		12	Grup 2	1.00±0.74				
		12	Grup 3	1.00±0.74				
		12	Grup 4	0.50±0.52				
		12	Grup 5	1.33±1.07				
		12	Grup 6	0.83±0.94				
	Ortalama	12	Grup 1	0.79±0.40	0.011*			
		12	Grup 2	0.92±0.47				
		12	Grup 3	0.88±0.43				
		12	Grup 4	0.38±0.43			*	
		12	Grup 5	1.42±1.04		*		
		12	Grup 6	0.63±0.61				

\*p&lt;0.05

Şekil 4.4'de tüm braket gruplarına ait adeziv-braket ara yüzeylerinde izlenen mikrosızıntı değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.



AB: Adeziv-braket

**Şekil 4.4.** Tüm braket gruplarına ait adeziv-braket ara yüzeyinde izlenen mikrosızıntı skorlarının grafiksel görünümü

#### 4.1.4. Adeziv-Mine ve Adeziv-Braket Ara Yüzeylerindeki Mikrosızıntı Skorlarının Karşılaştırılması

Tüm gruptaki adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı skorları oklüzal ve gingival olarak karşılaştırıldığında Grup 1'de adeziv-mine ara yüzeyinde, oklüzal yüzeye göre gingival yüzeydeki mikrosızıntı değeri anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Diğer metal braket gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Seramik braket gruplarında, adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık izlenmemiştir. Tablo 4.7'de tüm gruplara ait adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki oklüzal ve gingival yönlerde izlenen mikrosızıntı değerlerine ait bulgular gösterilmiştir.

**Tablo 4.7.** Tüm gruplara ait adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki oklüzal ve gingival yönlerde izlenen mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması

Yüzey	Grup	N	Oklüzal (Ort±SS)	Gingival (Ort±SS)	p değeri
Adeziv-Mine Ara Yüzeyi	Grup 1	12	1.00±0.85	1.33±0.65	0.046*
	Grup 2	12	2.17±1.03	1.83±1.11	0.180
	Grup 3	12	0.92±1.08	1.25±1.14	0.180
	Grup 4	12	0.75±0.87	1.08±1.00	0.157
	Grup 5	12	2.00±0.95	1.83±1.11	0.414
	Grup 6	12	0.25±0.45	0.83±0.94	0.107
Adeziv-Braket Ara Yüzeyi	Grup 1	12	0.75±0.45	0.83±0.39	0.317
	Grup 2	12	0.83±0.58	1.00±0.74	0.527
	Grup 3	12	0.75±0.45	1.00±0.74	0.317
	Grup 4	12	0.25±0.45	0.50±0.52	0.083
	Grup 5	12	1.50±1.09	1.33±1.07	0.317
	Grup 6	12	0.42±0.51	0.83±0.94	0.132

\*p<0.05

Tüm gruplara ait adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeyleri ortalama mikrosızıntı skorları karşılaştırıldığında, Grup 2 ve Grup 4'de adeziv-mine ara yüzeylerinde adeziv-braket ara yüzeylerine göre anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir. Diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Tablo 4.8'de tüm grupların adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki ortalama mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması gösterilmiştir.

**Tablo 4.8.** Tüm grupların adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeyleri ortalama mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması

Grup	N	Adeziv-Mine Ara Yüzeyi (Ort±SS)	Adeziv-Braket Ara Yüzeyi (Ort±SS)	p değeri
Grup 1	12	1.17±0.72	0.79±0.40	0.071
Grup 2	12	2.00±0.98	0.92±0.47	0.005*
Grup 3	12	1.08±1.02	0.88±0.43	0.461
Grup 4	12	0.92±0.85	0.38±0.43	0.010*
Grup 5	12	1.92±0.97	1.42±1.04	0.071
Grup 6	12	0.54±0.45	0.63±0.61	0.589

\*p<0.05

Mikrosızıntı değerlendirmesinde kullanılan tüm dişler gruplara bakılmaksızın adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı miktarlarına göre oklüzal ve gingival yönden karşılaştırıldıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı bulunmuştur (Tablo 4.9).

**Tablo 4.9.** Tüm dişlerin adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki oklüzal ve gingival yöndeki mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması

Yüzey	N	Oklüzal (Ort±SS)	Gingival (Ort±SS)	p değeri
Adeziv-Mine Ara Yüzeyi	72	1.18±1.10	1.36±1.04	0.073
Adeziv-Braket Ara Yüzeyi	72	0.75± 0.73	0.92±0.78	0.056

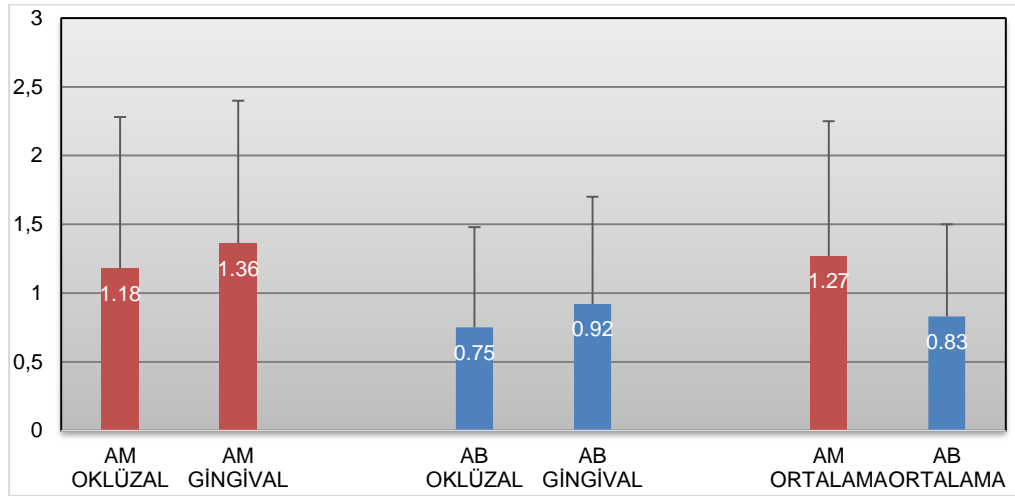
Mikrosızıntı skorlarının ortalama değerleri adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde karşılaştırıldığında, adeziv-mine ara yüzeyinde istatistiksel olarak anlamlı daha fazla mikrosızıntı tespit edilmiştir (Tablo 4.10).

**Tablo 4.10.** Tüm dişlerin ortalama mikrosızıntı skorlarının adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerdeki karşılaştırması

Yüzey	N	Tümü (Ort±SS)	p değeri
Adeziv-Mine Ara Yüzeyi	72	1.27±0.98	0.0001*
Adeziv-Braket Ara Yüzeyi	72	0.83± 0.67	

\*p<0.05

Şekil 4.5'de tüm dişlere ait adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerindeki mikrosızıntı değerlerinin dağılımı grafiksel olarak gösterilmektedir.



AM: Adeziv-mine, AB: Adeziv-braket

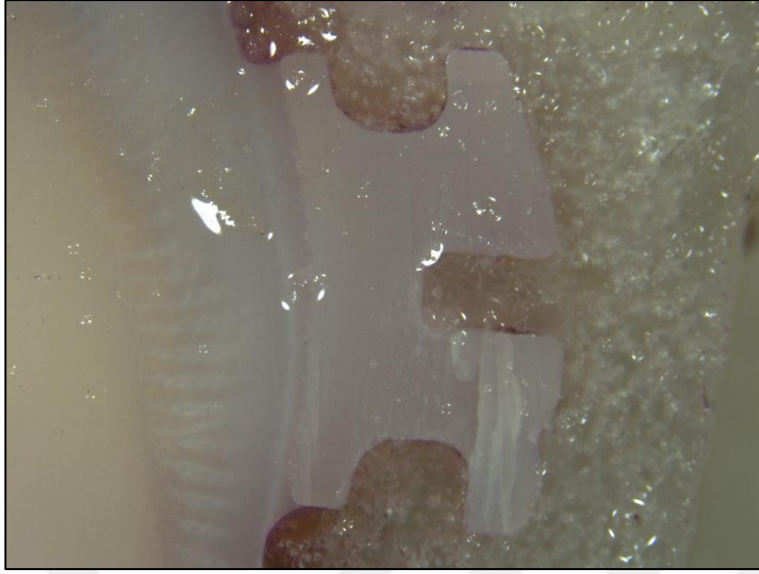
**Şekil 4.5.** Tüm dişlere ait adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzelerindeki mikrosızıntı skorlarının dağılımı

#### 4.2. Mikrosızıntı Bulgularına Ait Stereomikroskop Görüntüleri

Mikrosızıntı izlenmeyen metal ve seramik braketli diş örnekleri Şekil 4.6 ve 4.7'de, mikrosızıntı izlenen diş örnekleri ise Şekil 4.8 ve 4.9'de gösterilmiştir.



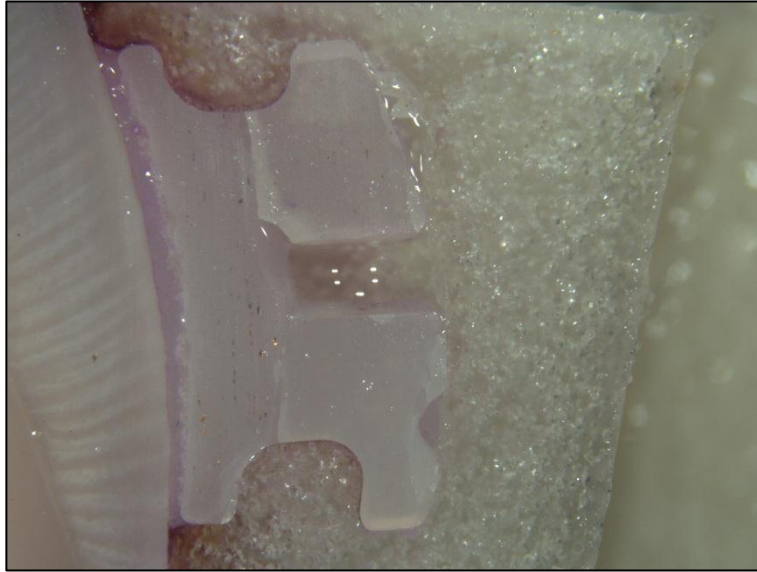
**Şekil 4.6.** Mikrosızıntı izlenmeyen metal braketli örnek



**Şekil 4.7.** Mikrosızıntı izlenmeyen seramik braketli örnek



**Şekil 4.8.** Mikrosızıntı izlenen metal braketli örnek



**Şekil 4.9.** Mikrosızıntı izlenen seramik braketli örnek

### 4.3. Sıyırma Testlerine Ait Bulgular

#### 4.3.1. Metal Braket Gruplarına Ait Sıyırma Testi Bulguları

Transbond XT Primer (Grup 1), Transbond Plus SEP (Grup 2) ve GC Ortho Connect (Grup 3) kullanılarak yapıştırılan braketlerin bağlanma dayanımı değerlerine ait ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri Tablo 4.11'de megapaskal cinsinden verilmiştir.

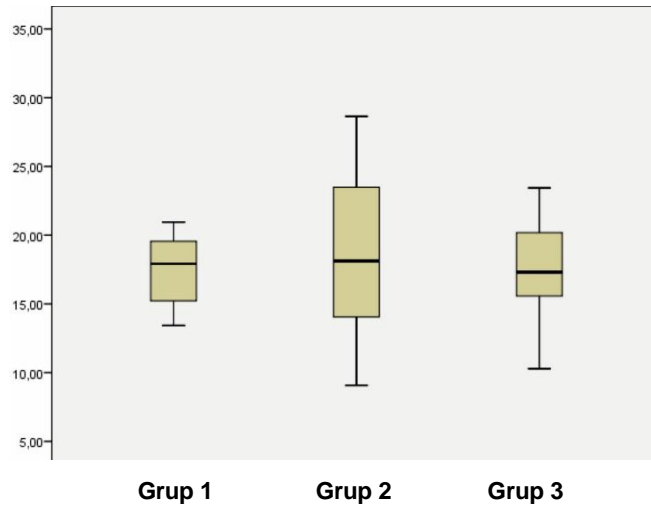
**Tablo 4.11.** Metal braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri

Metal Braket Grupları	N	Ort $\pm$ SS	Maksimum	Minimum	p
Grup 1	12	18.47 $\pm$ 4.46	30.55	13.43	0.974
Grup 2	12	18.64 $\pm$ 6.18	28.64	9.08	
Grup 3	12	18.16 $\pm$ 4.85	28.87	10.29	

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, gruplara ait ortalama değerlerin benzer olduğu ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür.

Şekil 4.10'da metal braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.





**Şekil 4.10.** Metal braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin grafiksel gösterimi

#### 4.3.2. Seramik Braket Gruplarına Ait Sıyırma Testi Bulguları

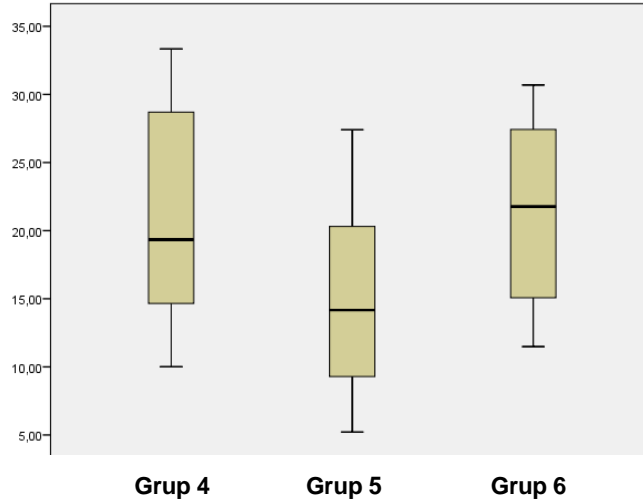
Transbond XT Primer (Grup 4), Transbond Plus SEP (Grup 5) ve GC Ortho Connect (Grup 6) kullanılarak yapıştırılan braketlerin bağlanma dayanımı değerlerine ait ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri Tablo 4.12'de megapaskal cinsinden verilmiştir.

**Tablo 4.12.** Seramik braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri

Seramik Braket Grupları	N	Ort $\pm$ SS	Maksimum	Minumum	p
Grup 4	12	21.47 $\pm$ 7.75	33.34	10.01	0.064
Grup 5	12	15.00 $\pm$ 7.44	27.41	5.22	
Grup 6	12	21.29 $\pm$ 6.90	30.69	11.49	

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür. Grup 5'in ortalama bağlanma dayanımı değerleri diğer iki gruba göre daha düşüktür.

Şekil 4.11'de seramik braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.



**Şekil 4.11.** Seramik braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin grafiksel gösterimi

#### 4.3.3. Tüm Gruplara Ait Sıyırma Testi Bulguları

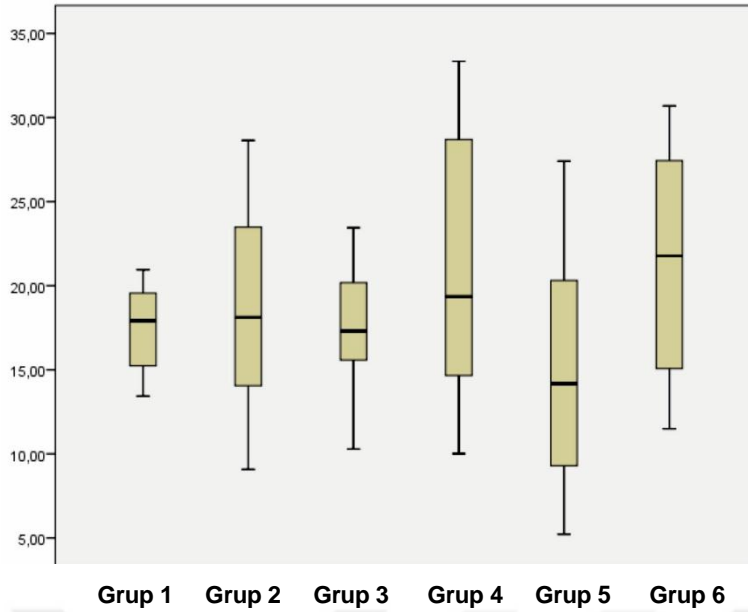
Tüm grupların bağlanma dayanımı değerlerine ait ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerler megapaskal cinsinden Tablo 4.13'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.13.** Tüm gruplara ait bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri

Gruplar	N	Ort±SS	Maksimum	Minumum	p
Grup 1	12	18.47±4.46	30.55	13.43	
Grup 2	12	18.64±6.18	28.64	9.08	
Grup 3	12	18.16±4.85	28.87	10.29	
Grup 4	12	21.47±7.75	33.34	10.01	0.156
Grup 5	12	15.00±7.44	27.41	5.22	
Grup 6	12	21.29±6.90	30.69	11.49	

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, tüm grupların ortalama bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür. Tüm gruplar arasında en düşük ortalama bağlanma dayanımı değerleri Grup 5'de, en yüksek ortalama bağlanma dayanımı değerleri ise Grup 4'de izlenmiştir.

Şekil 4.12'de bağlanma dayanımı değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.



**Şekil 4.12.** Tüm braket gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin grafiksel gösterimi

#### 4.4. Artık Adeziv Endeks (AAE) Bulguları

##### 4.4.1. Metal Braket Gruplarına Ait AAE Bulguları

Grup 1 (Transbond XT), Grup 2 (Transbond Plus SEP) ve Grup 3 (GC Ortho Connect) kullanılarak yapıştırılan metal braket gruplarına ait AAE skorlarının dağılımı Tablo 4.14'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.14.** Metal braket gruplarına ait AAE skorları

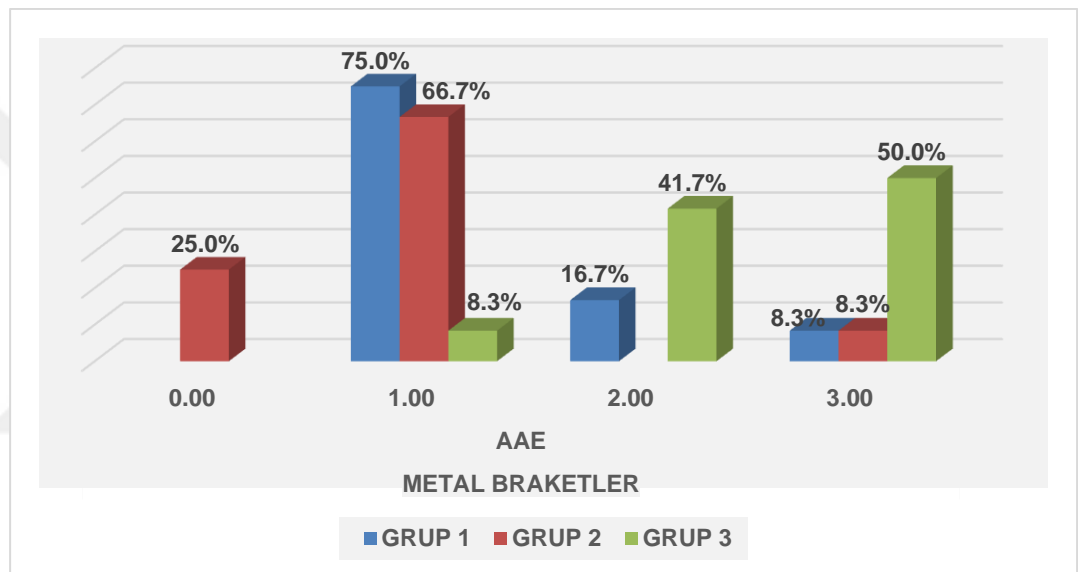
Metal Braket Grupları	AAE SKORLARI				p	Post hoc test	
	0 n(%)	1 n(%)	2 n(%)	3 n(%)		G1-G3	G2-G3
Grup 1	-	9 (75)	2 (16.7)	1 (8.3)	0.0001*	*	*
Grup 2	3 (25)	8 (66.7)	-	1 (8.3)			
Grup 3	-	1 (8.3)	5 (41.7)	6 (50)			

\*p<0.05

Farklı adeziv sistemler kullanılarak yapıştırılan metal braket gruplarına ait AAE skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Grup 3'de görülen AAE skorlarının, Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür. Grup 3'de mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı daha fazladır. Grup 1'de yer alan dişlerin %75'inde yapıştırıcının %50'den azı diş yüzeyinde kalmıştır. Bu grupta yer alan dişlerin %16.7'sinde diş yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kalmıştır. Yine dişlerin

%8.3'ünde yapıştırıcının tamamı braket kadesinin izi ile birlikte diş üzerinde bulunmaktadır. Grup 2'de yer alan dişlerin %66.7'sinde diş yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kalmıştır. Bu grupta yer alan dişlerin %25'inde diş yüzeyinde hiç kompozit kalmamıştır. Yine dişlerin %8.3'ünde yapıştırıcının tamamı braket kadesinin izi ile birlikte diş üzerinde bulunmaktadır. Grup 3'de yer alan dişlerin %50'sinde yapıştırıcının tamamı braket kadesinin izi ile birlikte diş üzerinde bulunmaktadır. Bu grupta yer alan dişlerin %41.7'sinde yapıştırıcının %50'den fazlası diş yüzeyinde kalmıştır. Bu grupta yer alan dişlerin %8.3'ünde diş yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı görülmüştür.

Şekil 4.13'de metal braketlerin AAE bulguları grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.13. Metal braketlere ait AAE skorlarının grafiksel görünümü

#### 4.4.2. Seramik Braket Gruplarına Ait AAE Bulguları

Grup 4 (Transbond XT), Grup 5 (Transbond Plus SEP) ve Grup 6 (GC Ortho Connect) kullanılarak yapıştırılan seramik braket gruplarına ait AAE skorlarının dağılımı Tablo 4.15'de gösterilmiştir.

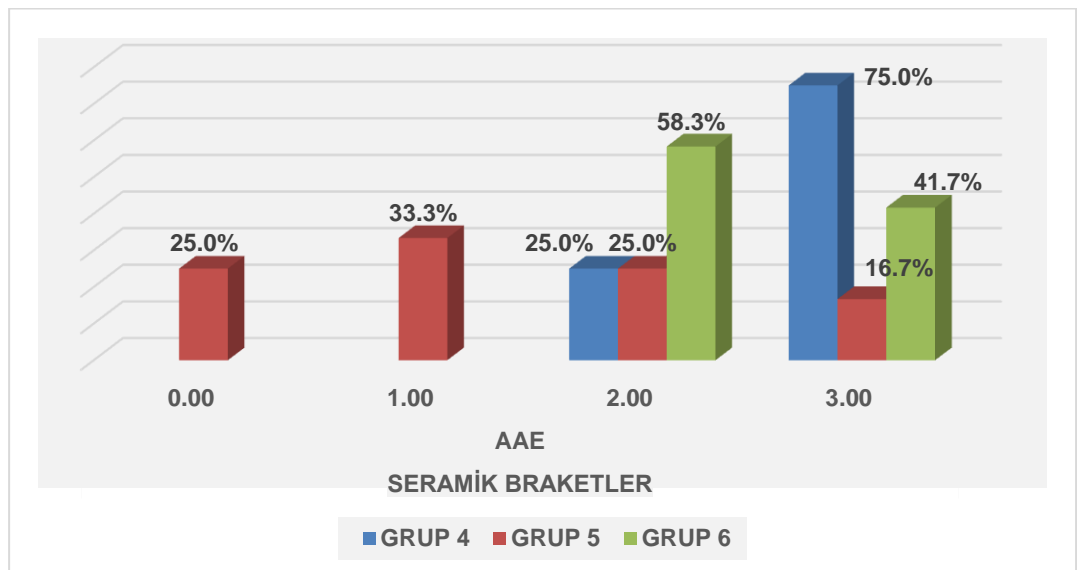
**Tablo 4.15.** Seramik braket gruplarına ait AAE skorları

Seramik Braket Grupları	AAE SKORLARI				p	Post hoc test	
	0 n(%)	1 n(%)	2 n(%)	3 n(%)		G4-G5	G5-G6
Grup 4	-	-	3 (25)	9 (75)	0.001*	*	*
Grup 5	3 (25)	4 (33.3)	3 (25)	2 (16.7)			
Grup 6	-	-	7 (58.3)	5 (41.7)			

\*p&lt;0.05

Farklı adeziv sistemler kullanılarak yapıştırılan seramik braket gruplarına ait AAE skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Grup 4 ve Grup 6'da AAE skorları, Grup 5'den anlamlı olarak fazladır. Grup 4 ve Grup 6'da mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı daha fazladır. Grup 4'te yer alan dişlerin %75'inde yapıştırıcının tamamı braket kadesinin izi ile birlikte diş üzerinde bulunmaktadır. Bu grupta yer alan dişlerin %25'inde diş yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kalmıştır. Grup 5'te yer alan dişlerin %33.3'ünde diş yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kalmıştır. Bu grupta yer alan dişlerin %25'inde diş yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmamıştır. Dişlerin %25'inde ise diş yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kalmıştır. Yine dişlerin %16.7'sinde yapıştırıcının tamamı braket kadesinin izi ile birlikte diş üzerindedir. Grup 6'da yer alan dişlerin %58.3'ünde diş yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kalmıştır. Bu grupta yer alan dişlerin %41.7'sinde yapıştırıcının tamamı braket kadesinin izi ile birlikte diş üzerinde bulunmaktadır.

Şekil 4.14'de seramik braketlerin AAE bulguları grafiksel olarak gösterilmektedir.

**Şekil 4.14.** Seramik braketlere ait AAE skorlarının grafiksel görünümü

#### 4.4.3. Tüm Gruplara Ait AAE Bulguları

Tüm gruplara ait AAE skorlarının dağılımı Tablo 4.16'da görülmektedir.

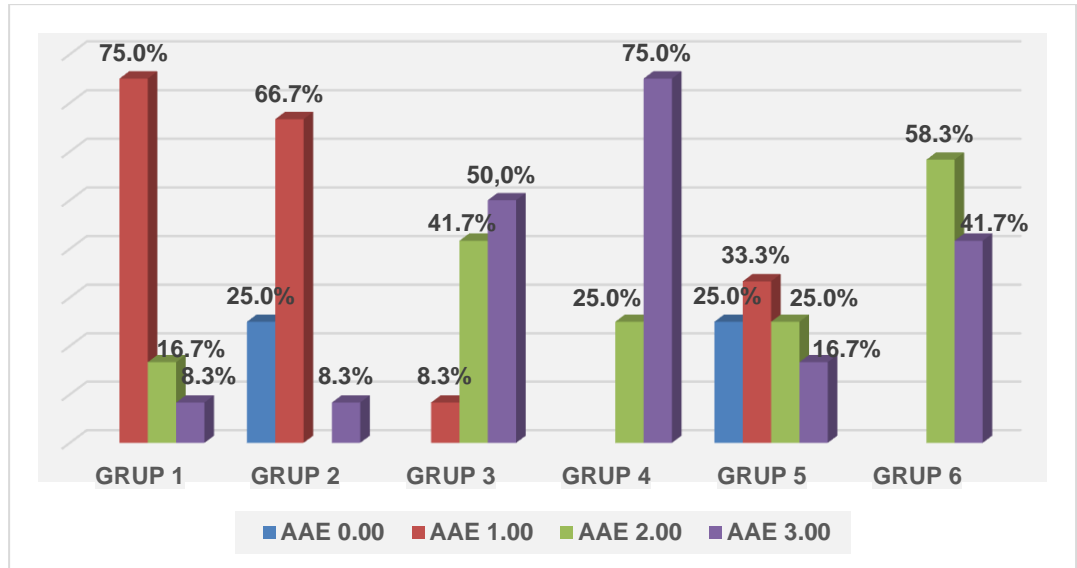
**Tablo 4.16.** Tüm gruplara ait AAE skorlarının dağılımı

Grup	AAE SKORLARI				p	
	0 n (%)	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)		
Grup 1	-	9 (75)	2 (16.7)	1 (8.3)	0.0001*	Post hoc test G1-G4 G4-G5 G2-G3 G2-G4 G2-G6 * * * * *
Grup 2	3 (25)	8 (66.7)	-	1 (8.3)		
Grup 3	-	1 (8.3)	5 (41.7)	6 (50)		
Grup 4	-	-	3 (25)	9 (75)		
Grup 5	3 (25)	4 (33.3)	3 (25)	2 (16.7)		
Grup 6	-	-	7 (58.3)	5 (41.7)		

\*p<0.05

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, tüm gruplara ait AAE skorları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenen gruplar mevcuttur. Grup 4 ile Grup 1 ve Grup 5 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür. Grup 4'de yer alan dişlerin %75'inde yapıştırıcının tamamı braket kaidesinin izi ile birlikte diş üzerinde bulunmaktadır. Grup 4'de yer alan örneklerin çoğunda Grup 1 ve Grup 5'de yer alan örneklerden farklı olarak mine yüzeyinde daha fazla yapıştırıcı kaldığı gözlemlenmiştir. Grup 2 ile Grup 3, Grup 4 ve Grup 6 arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür. Grup 2'de yer alan örneklerin %66.7'sinde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kalmıştır. Grup 2'de yer alan örneklerin çoğunda Grup 3, Grup 4 ve Grup 6'da yer alan örneklerden farklı olarak mine yüzeyinde daha az yapıştırıcı kaldığı gözlemlenmiştir.

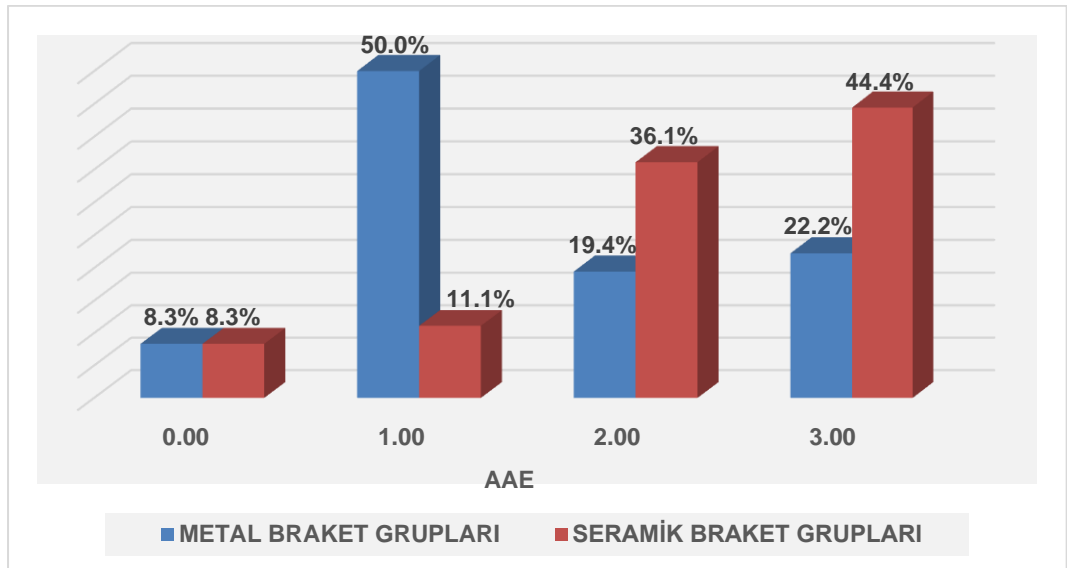
Tüm gruplara ait AAE skorlarının grafiği şekil 4.15'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.15.** Tüm gruplara ait AAE skorlarının grafiği

Kullanılan adeziv sistemlere bakılmaksızın metal ve seramik braket gruplarında genel olarak AAE skorları incelendiğinde, seramik braketli gruplarda daha çok AAE 2 ve AAE 3 skorları, metal braketli gruplarda ise daha çok AAE 1 skoru olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4.16'da AAE skorlarının metal ve seramik braket gruplarına göre dağılımının grafiği gösterilmiştir.



**Şekil 4.16.** AAE skorlarının metal ve seramik braket gruplarına göre dağılımının grafiği

#### 4.5. Artık Adeziv Endeks (AAE) Bulgularına Ait Stereomikroskop Görüntüleri

AAE skorları 0, 1, 2, 3 olan dişlerin stereomikroskop görüntüleri sırasıyla Şekil 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20'de gösterilmektedir.



Şekil 4.17. AAE skoru 0 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü



Şekil 4.18. AAE skoru 1 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü



Şekil 4.19. AAE skoru 2 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü



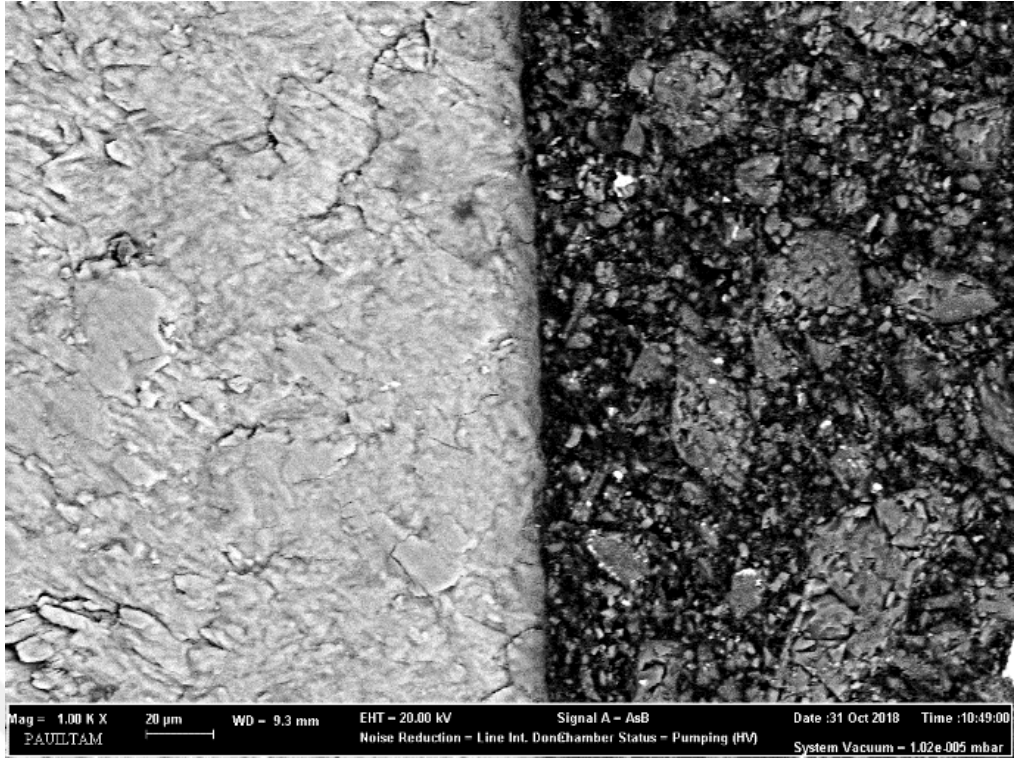


**Şekil 4.20.** AAE skoru 3 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü

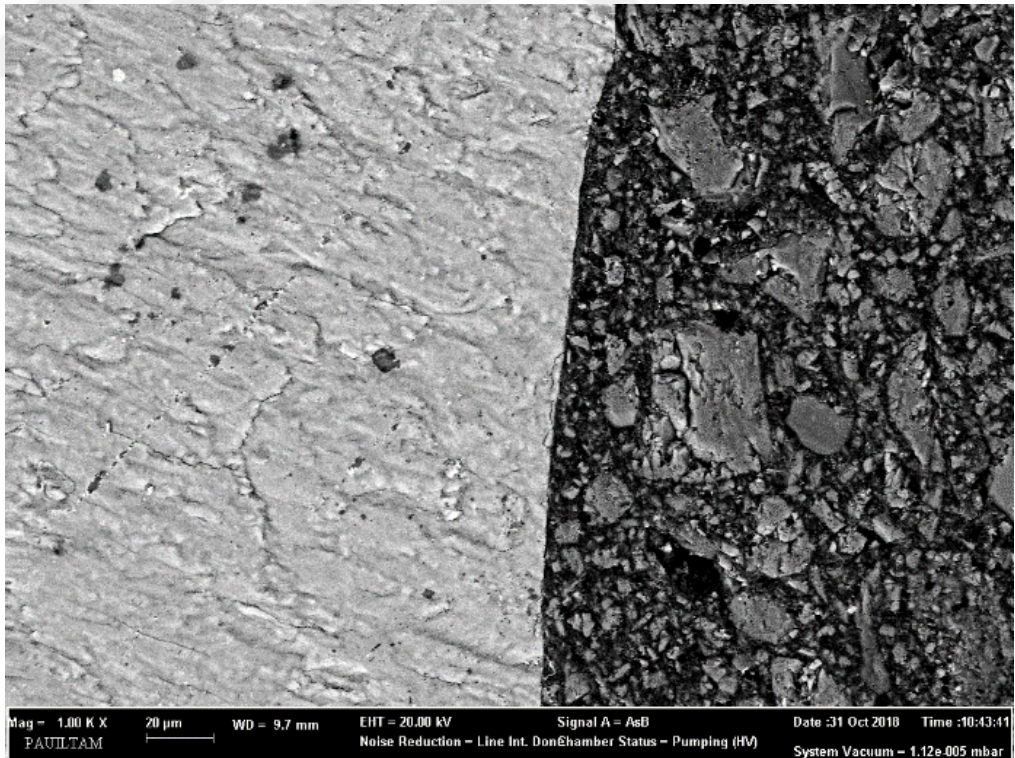
#### **4.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) Görüntüleri**

TEM görüntüleri alınmış örnekler incelendiğinde, asitlenen-yıkanan adeziv sistemde mine yüzeyinde fosforik asitle pürüzlendirilmiş yüzey ve hibrit tabaka izlenmektedir. Kendinden asitli adeziv sistemde ise asit uygulaması olmadığından mine yüzeyinin pürüzsüz ve rezin infiltrasyon tabakasının daha homojen olduğu görülmektedir. Asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli sistemlerde kullanılan yapıştırıcılar aynı olduğundan TEM görüntülerinde her iki yapıştırıcının gösterdiği yapı benzerdir. Primersiz tek adımlık sistem uygulanan örnekte de fosforik asitle pürüzlendirilmiş yüzey, heterojen bir yapı sergilemektedir. Ancak bu sistemde daha silik bir hibrit tabaka izlenmiştir. Primersiz tek adımlık sistemde kullanılan yapıştırıcının diğer iki grupta kullanılan yapıştırıcı ile karşılaştırıldığında daha homojen bir yapı gösterdiği ve daha az doldurucu içerdiği gözlemlenmiştir.

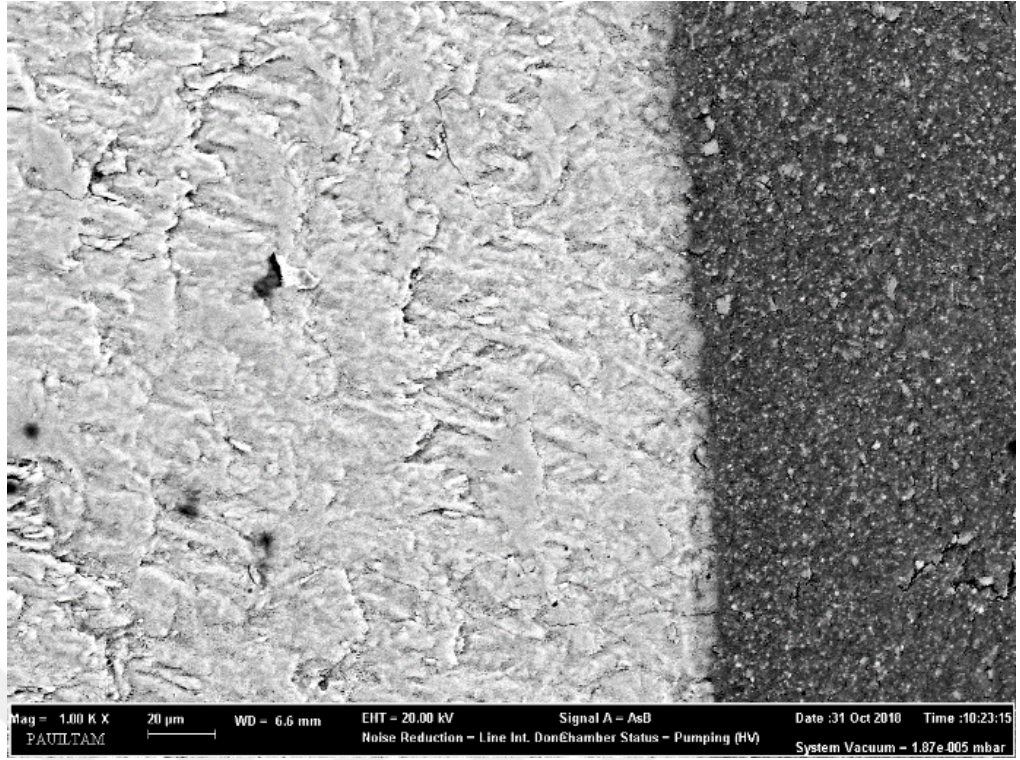
Farklı adeziv sistemler kullanılarak yapıştırılan örneklerin rezin infiltrasyon tabakalarını değerlendirmek amacıyla alınan TEM görüntüleri sırasıyla Şekil 4.21, 4.22 ve 4.23'de gösterilmektedir.



**Şekil 4.21.** Asitlenen yıkanan adeziv sistem uygulanmış örneğin TEM görüntüsü



**Şekil 4.22.** Kendinden asitli adeziv sistem uygulanmış örneğin TEM görüntüsü



**Şekil 4.23.** Primersiz tek adımlık sistem uygulanmış örneğin TEM görüntüsü

## 5. TARTIŞMA

Ortodontik braketlerin mineye yapıştırılması sırasında geleneksel adeziv sistemlerde asit, primer ve adeziv olmak üzere üç farklı ajan kullanılmaktadır (Bishara vd 2005). Asitleme aşaması ile minenin yüzey enerjisi artar ve yapıştırılacak materyaller için uygun bir retansiyon alanı sağlanır (Øgaard ve Fjeld 2010).

Ortodonti kliniğinde dental materyallerin geliştirilmesi ile farklı bonding basamakları elimine edilerek ya da birleştirilerek braketleme işlemleri için gereken sürelerin azaltılması sağlanmıştır (Bishara vd 2005, Başaran 2009). Bu amaçla geliştirilmiş olan kendinden asitli sistemlerde; asitleme ve primer uygulama basamakları birleştirilerek geleneksel adeziv sistemlerde kullanılan fosforik asit kullanılmamaktadır (Van Meerbeek 2003, Øgaard ve Fjeld 2010). Asitle pürüzlendirme teknikleri ile kıyaslandığı zaman kendinden asitli sistemlerin bağlanma dayanımı değerlerinin genel olarak daha düşük olduğu belirtilmiştir (Oesterle vd 1998, Yamada vd 2002, Bishara vd 2006, Chu vd 2011). Ancak yapılan çalışmalarda kendinden asitli sistemlerle elde edilen bağlanma dayanımı değerlerinin geleneksel asitle pürüzlendirme tekniklerine kıyasla daha az olmasına rağmen klinik bağlanma için yeterli (6-8 MPa) değerlerde olduğu da vurgulanmıştır (Başaran vd 2009, Scougall-Vilchis 2009).

Çalışmamız bu iki yapıştırma sistemini, primeri kompozit yapıştırıcı içine dahil edilen yeni bir sistem olan primersiz tek adımlık sistem ile mikrosızıntı, bağlanma dayanımı, mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı ve rezin infiltrasyon tabakası açısından karşılaştırmaktadır. Geleneksel asitle pürüzlendirme yönteminde olduğu gibi asitleme işlemi uygulandıktan sonra kompozit doğrudan braket tabanına yerleştirilerek diş yüzeyine yapıştırılmıştır. Bu sistemde primer uygulama basamağı ortadan kaldırılmıştır. Böylece kendinden asitli sistemlerde olduğu gibi basamak sayısı azaltılarak hekime kullanım kolaylığı ve zamandan tasarruf sağlayabileceği düşünülmektedir.

Literatürde mikrosızıntı ve bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalar incelendiğinde farklı türde dişlerin kullanıldığı görülmüştür. Sığır dişleri (Oesterle vd 1998, Yamada vd 2002, Klocke ve Kahl-Nieke 2005, Kitayama vd 2007, Pakshir ve Ajami 2015, Shapinko vd 2018) veya insan dişleri (Bishara vd 1998, Hobson vd 2001,

Büyükyılmaz vd 2003, Bishara vd 2005, Cal-Neto vd 2006, Uysal vd 2008, Başaran vd 2009, Scougall-Vilchis 2009, Yağcı vd 2010, Moosavi vd 2013, Alkış vd 2015) kullanan çalışmalar mevcuttur. Sığır dişleri ile elde edilen bağlanma dayanımı kuvvetlerinin insan dişlerinden daha az olduğu bildirilmiştir (Oesterle vd 1998). İnsan premolar dişleri ortodontik tedavi kapsamında sıklıkla çekilmekte ve çalışmalarda kullanımı bu nedenle tercih edilmektedir (Fox vd 1994, Hobson vd 2001). Ayrıca araştırmacılar güvenilir sonuçlar almak için aynı diş tipinin kullanılmasının daha uygun olacağını belirtmişlerdir (Hobson vd 2001, Öztürk vd 2008). Çalışmamızda bu sebeplerden dolayı ortodontik tedavi amacıyla çekilmiş üst insan premolar dişleri kullanılmıştır.

Literatürde farklı braket tiplerinin kullanımının bağlanma dayanımı (James vd 2003, Üşümez vd 2004, Uysal vd 2010, Mirzakouchaki vd 2012, Lee ve Kanavakis 2016, Arash vd 2017) ve mikrosızıntı (Arhun vd 2006, Arıkan vd 2006, Uysal vd 2008, Ramoğlu vd 2009) değerleri üzerine etkilerini inceleyen birçok çalışma bulunduğu görülmektedir. Çalışmamızda yeni kullanıma giren primersiz tek adımlık sistemin mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı değerlerini metal ve seramik braketlerde değerlendirmek amacıyla Gemini metal ve Clarity™ Advanced polikristalin alümina esaslı mekanik retansiyona sahip seramik braketler kullanılmıştır.

Çalışmalarda kullanılacak dişlerin saklama koşullarına bakıldığı zaman, dişlerin çeşitli ortamlarda bekletildiği görülmektedir (Finnema vd 2010). Yapılan literatür incelemesinde toplanan dişlerin saklama koşulları açısından herhangi bir standart olmadığı görülmüştür. Çalışmamızda bakteri kolonizasyonunun görülmemesi ve minenin organik yapısının korunması için birçok çalışmada (Bishara 2005, Bulut 2005, Romano 2005, Cal-Neto vd 2006, Scougall-Vilchis vd 2009, Ahrari vd 2012, Moosavi vd 2013) olduğu gibi %0.1'lik timol solüsyonu içerisinde diş örnekleri saklanmıştır. Ayrıca bakteri üremesini engellemek amacıyla solüsyon ayda bir kez yenilenmiştir.

Sıyırma testleri yapılırken dişleri cihaza sabitlemek ve kuvvetin brakete doğru şekilde aktarılabilmesi için birçok çalışmada akrilik bloklar kullanılmıştır (Bishara vd 1998, Yamada vd 2002, Büyükyılmaz 2003, Klocke ve Kahl-Nieke 2005, 2006). Mikrosızıntı çalışmalarında ise invaziv yöntemler kullanıldığı zaman dişlerden kesit alınırken, braket kopmaları ve örnek kayıplarının gerçekleşmemesi için akrilik bloklardan yararlanılmaktadır (Alkış vd 2015). Bu bilgiler göz önünde bulundurularak çalışmamızda mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı örnekleri akrilik bloklar içerisinde, dişlerin uzun aksları kalıpların tabanına ve yer düzlemine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Plak yada pelikül tabakasının braketleme işlemleri öncesinde optimal asitlemeyi inhibe etmemesi için uzaklaştırılması önerilmektedir (Øgaard ve Fjeld 2010). Üretici firmalar adezivlerin kullanımından önce genellikle polisaj uygulamasını tavsiye ettiği

için ve polisaj işleminin braketleme üzerine olumsuz bir etkisi olmadığından, mine yüzeyinde herhangi bir artık kalmaması için çalışmamızda dişlerin braket yapıştırılacak yüzeylerine polisaj işlemi uygulanmıştır. Mine yüzeyinde daha az çizik oluşturduğu için mikromotora takılan lastikler kullanılarak (Hosein vd 2004) ve flor içermeyen profilaktik pat ile 10 sn süresince dişler temizlenmiş ardından distile su ile yıkanmıştır.

Çalışmamızda birçok çalışma ile benzer şekilde %37'lik fosforik asit pürüzlendirme amacıyla kullanılmıştır. Genel olarak %35-37'lik fosforik asitin 15-30 sn arasında uygulanmasının klinik bağlanma dayanımı için yeterli olduğu bildirildiğinden (Wang ve Lu 1991, Sheen vd 1993, Bin Abdullah ve Rock 1996, Øgaard ve Fjeld 2010) uygulanan asit süresi 15 sn olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda daha kolay kontrol edilmesinden dolayı jel formunda asit kullanılmıştır.

Çalışmamızda yeni kullanıma giren primersiz tek adımlık sistemin uygulama basamak sayısı tek basamaklı kendinden asitli adeziv sistemlerle benzer olduğundan mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı özelliklerini karşılaştırmak amacıyla Transbond Plus Self-Etch Primer (SEP) kullanılmıştır.

Kompozit rezinlerin polimerize edilmesi amacıyla LED ışık cihazları sıklıkla tercih edilmektedir. Birçok çalışmada LED ışık cihazlarının 20 sn'lik uygulamalarının yeterli olduğu belirtilmiştir (Üşümez vd 2004, Silta vd 2005, Gronberg vd 2006). Çalışmamızda kullanılan kompozit rezinlerin polimerize edilmesi için kliniğimizde bulunan LED ışık cihazı (Woodpecker, Guangxi, Çin) braketlerin mezial ve distal yüzeylerinden 10'ar sn olmak üzere toplam 20 sn süresince uygulanmıştır.

Çalışmamızda invaziv bir yöntem olmasına rağmen hızlı ve direkt ölçüm sağlamaları, toksik olmamaları, sert dokular ile reaksiyona girmemeleri, ucuz ve kolay temin edilir olması ve ortodontide mikrosızıntıyı değerlendiren çalışmaların genelinde tercih edilmesinden dolayı boya penetrasyonu yöntemi kullanılmıştır (James vd 2003, Arhun vd 2006, Ülker vd 2009, Alkış vd 2015). Örnekleri boyamak için çalışmalarda daha çok tercih edilen %0.5'lik bazik fuksin solüsyonu kullanılmıştır (Türkün ve Ergücü 2004, Arıkan vd 2006, Öztürk vd 2009, Pakshir ve Ajami 2015).

Boyama işlemleri tamamlandıktan sonra braketler altında ve etrafında oluşan mikrosızıntı miktarlarını değerlendiren birçok çalışmada örneklerden kesit alınmış ve stereomikroskop altında değerlendirme yapılmıştır (Arhun vd 2006, Arıkan vd 2006, Uysal vd 2008). Çalışmamızda da benzer şekilde boyama işlemleri sonrası örneklerden kesit alınmış ve stereomikroskop altında değerlendirilmiştir.

Braketlerin yapıştırılmasında kullanılan adeziv sistemlere bağlı olarak mine-adeziv-braket ara yüzeylerinde oluşan mikrosızıntıyı değerlendiren in-vitro birçok çalışmada adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinden oklüzal ve gingival yönden değerlendirmeler yapılmıştır (Arhun vd 2006, Arıkan vd 2006, Uysal vd 2008, Alkış vd

2015). Bu bilgiler göz önünde bulundurularak çalışmamızdaki mikrosızıntı değerlendirilmesi, adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinden oklüzal ve gingival yönden mikroskop altında alınan fotoğraflarda skorlama yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Ortodontik adezivler ağız içinde rutin olarak sıcaklık değişikliklerine maruz kaldıkları için termal siklus uygulamasının ağız ısılarını taklit etmesi sebebiyle gerekli bir uygulama olduğu belirtilmektedir (Bishara vd 2003, Türkün ve Ergücü 2004, Bishara vd 2007, Morresi vd 2014). Çalışmamızda ağız içi maruz kalınan ısı değişimlerini taklit etmek amacıyla tüm mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı örneklerine ISO/TR 11405 nolu standartlara uyularak 5-55°C'de 500 tur termal siklus uygulanmıştır. Her banyodaki bekleme süresi 30 sn ve banyolar arası transfer süresi de 10 sn ve tur sayısı diğer çalışmalarla benzer 500 tur olacak şekilde ayarlanmıştır (Arhun vd 2006, Arıkan vd 2006, Hamamcı vd 2009, Öztürk vd 2009, Abdelnaby ve Al-Wakeel 2010, Pakshir ve Ajami 2015).

Ortodontik braketlerin in-vitro bağlanma dayanımı kuvvetlerini değerlendirmek için geliştirilmiş, en yaygın olarak kullanılan ve klinik performans ile en fazla benzerlik gösteren yöntem sıyırma bağlanma dayanımı testidir (Finemma vd 2010). Bağlanma dayanımı çalışmaları, genellikle kuvvetin uygulama hızının 0.1 mm/dk ve 5 mm/dk arasında değiştiğini, ancak en fazla kullanılan hız değerinin 0.5 mm/dk olduğunu göstermektedir (Kao vd 1995, Eliades vd 2004, Finemma vd 2010). Bu bilgiler doğrultusunda universal test cihazındaki bıçağın hızı 0.5 mm/dk'ya ayarlanarak bağlanma dayanımı örneklerine sıyırma testleri uygulanmıştır.

Ortodontik braketlere uygulanan sıyırma testi sırasında, uygulanan kuvvetin yeri ve yönü bağlanma dayanımı testinin sonuçlarını etkilemektedir. Ancak literatürde bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalara bakıldığında birçok çalışmada kuvvetin uygulanma yeri ve yönü hakkında kesin bir bilgi verilmediği görülmüştür (Klocke ve Kahl-Nieke 2005, 2006). Çalışmamızda sıyırma test cihazından uygulanan kuvvetin yerine karar verilirken bağlanma kuvvetleri ve oluşabilecek mine kırıkları riski de göz önünde bulundurulmuş ve tekrarlanabilirlik açısından kuvvetin braket tabanı ile braket kanatları arasındaki oluğa uygulanmasına karar verilmiştir. Kuvvetin uygulama noktası braket tabanına (mineye yakın) uygulandığı zaman yüksek sıyırma kuvveti değerlerinden dolayı mine kırığı riski vardır. Uygulanabilirlik açısından bakıldığı zaman da braket tabanına uygulanmaya çalışılan kuvvetler bıçak ucunun dişe temasına sebep olabilirken, braket kanatlarına uygulanan kuvvetler ise braket kulakçıklarının zarar görmesine yol açabilir (Klocke ve Kahl-Nieke 2005). Sıyırma testinde ideal çekme yönünün ise yükleme ara yüzeyine paralel olması gerektiği birçok çalışmada bildirilmiştir (Littlewood ve Redhead 1998, Fox vd 1994, Klocke ve Kahl-Nieke 2006).

Çalışmamızda kuvvetin uygulama yönü bu bilgiler doğrultusunda braket tabanına paralel, oklüzalden gingivale doğru olacak şekilde ayarlanmıştır.

Bağlanma dayanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda, kuvvetler ölçüldükten sonra diş yüzeyinde kalan kompozit miktarı belirlenerek kopmanın meydana geldiği bölge tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun içinde “Artık Adeziv Endeks” (AAE) kullanılarak mine yüzeyinde kalan adeziv miktarı belirlenmiştir. AAE skorlaması Artun ve Bergland (1984) tarafından geliştirilmiştir. Bu değerlendirmede 0-3 arasında değişen 4 skor yer almaktadır. Olsen ve arkadaşlarının (1997) bu değerlendirmeyi modifiye ettiği halinde ise 1-5 arasında olan 5 skorlama bulunmaktadır. Literatür incelendiği zaman Artun ve Bergland (1984)’in 4 skorlu indeksini (Hobson vd 2001, Yamada vd 2002, Zeppieri vd 2003, Klocke ve Kahl-Nieke 2005, Romano vd 2005, Cal-Neto vd 2006, Klocke ve Kahl-Nieke 2006, Kitayama vd 2007, Başaran vd 2009, Öztürk vd 2009, Scougall-Vilchis vd 2009) ve Olsen ve arkadaşlarının (1997) 5 skorlu indeksini (Bishara vd 1998, Büyükyılmaz vd 2003, Iijima vd 2008, Shapinko vd 2018) kullanan çalışmaların olduğu görülmektedir. Çalışmamızda kalan artık adeziv miktarlarını incelemek için Artun ve Bergland’ın (1984) 4 skorlu indeksi kullanılmıştır. AAE skorlaması stereomikroskop altında ve 10X’luk büyütmede yapılmıştır.

Tartışma bölümünün bundan sonraki kısmında çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz bulguların tartışması yapılacaktır.

Ortodonti kliniğinde braketleri yapıştırmak için kullanılan adeziv sistemler geçmişten günümüze kadar incelenmiştir. Yeni tanıtılan adeziv sistem ve ürünler bu konuda yapılan çalışmaların devam etmesini sağlamaktadır. Çalışmamızda ortodonti kliniğinde rutin kullanımda olan konvansiyonel adeziv sistem, kendinden asitli adeziv sistem ve yeni kullanıma giren primersiz tek adımlık adeziv sistem karşılaştırılmıştır. Bu sistemlerin karşılaştırılması mikrosızıntı testleri, bağlanma dayanımları, mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarları ve rezin infiltrasyon tabakalarının değerlendirilmesi ile yapılmıştır.

Ortodonti kliniğinde kullanılan adeziv sistemlerin polimerizasyon büzülmelerine bağlı olarak adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde mikrosızıntı gerçekleşebilmektedir. Ancak literatür incelendiği zaman ortodonti çalışmalarında mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı arasındaki ilişkiyi gösteren fazla sayıda çalışma bulunamamıştır. Mikrosızıntı ve bağlanma dayanımının birbiri ile ilişkili olmadığını gösteren çalışmalar (James vd 2003, Shahabi vd 2014) olduğu gibi mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı arasında ters bir ilişkinin olduğu gösteren çalışma da mevcuttur. Ancak bu çalışmada ilişkinin derecesini gösteren korelasyon katsayı düşük çıkmıştır (Abdelnaby ve Al-Wakeel 2010).



Çalışmamızda kullanılan tüm adeziv sistemler ile adeziv-mine-braket ara yüzeylerinde oklüzal ve gingival yönlerde tüm gruplarda mikrosızıntı izlenmiştir. Çalışmamızda tüm metal ve seramik braket gruplarında adeziv-mine ara yüzeylerinde, adeziv-braket ara yüzeylerine göre anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir. Literatürde bizim çalışmamız ile benzer şekilde adeziv-mine ara yüzeylerinde daha fazla mikrosızıntı tespit eden çalışmalar mevcuttur (Uysal vd 2008, Alkış vd 2015).

Çalışmamızda tüm dişlerde adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde anlamlı olmasa da gingival yönde daha fazla sızıntı tespit edilmiştir. Benzer şekilde adeziv-mine ara yüzeyinde (Yağcı vd 2010) veya adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde (Alkış vd 2015) gingival yönde anlamlı olmasa da daha fazla mikrosızıntı tespit eden çalışmalar mevcuttur. Literatürde adeziv-mine ara yüzeylerinde (Arhun vd 2006, Öztürk vd 2009) veya hem adeziv-mine hem de adeziv-braket ara yüzeylerinde (Uysal vd 2008, Ramoğlu vd 2009, Ülker vd 2009) gingival yönde anlamlı olarak yüksek mikrosızıntı tespit eden çalışmalar da mevcuttur. Oklüzale göre gingival yönlerde daha fazla mikrosızıntı görülmesinin, dişlerin gingival bölgesindeki anatomik yapısından ve polimerizasyon esnasında ışık cihazının oklüzalden uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gingival yüzeyde izlenen kurvatürlü anatomik yapıdan dolayı burada nispeten daha kalın olan adeziv tabakasının mikrosızıntı miktarını arttırabileceği belirtilmiştir (Arhun vd 2006, Ramoğlu vd 2009, Ülker vd 2009, Uysal vd 2010). Gingivalde daha fazla mikrosızıntı tespit edilen bazı çalışmalarda polimerizasyon oklüzal yönden uygulanmıştır (Ramoğlu vd 2009, Uysal vd 2008, 2010, Ülker vd 2009). Çalışmamızda polimerizasyon esnasında mezial ve distal yüzeylerden ışık uygulaması yapılmış ve gingivalde anlamlı olmasa da daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir. Çalışmamızda gingival yüzeyde izlenen mikrosızıntının anlamlı olmamasının nedeni diğer çalışmalardan farklı olarak ışığın oklüzalden uygulanmaması olabilir. Ancak Atash ve arkadaşları (2017) konvansiyonel asitlenen-yıkayan sistem ve Transbond Plus SEP'in mikrosızıntı değerlerini karşılaştırmış ve çalışmamızdan farklı olarak oklüzal yüzeylerde anlamlı olmasa da daha fazla sızıntı tespit etmişlerdir. Literatürdeki çalışmalardan farklı olan sonuçlarının, polimerizasyon için uygulanan ışık kaynağının mezial ve distal yüzeylerden uygulanmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda da ışık kaynağı bu çalışma ile benzer şekilde uygulanmış olmasına rağmen genel olarak gingival yüzeylerde daha fazla sızıntı izlenmiştir. Benzer şekilde Öztürk ve arkadaşlarının (2009) çalışmalarında da polimerizasyon mezial ve distal yönden uygulanmasına rağmen adeziv-mine ara yüzeylerinde gingival yönde anlamlı olarak daha fazla sızıntı izlenmiştir. Atash ve arkadaşlarının (2017) çalışmalarında mikrosızıntının izlendiği yönde farklı sonuçların elde edilmesinin nedeni kullanılan diş tipi, bekletme solüsyonları gibi materyal-metod

farklılıkları veya gösterilen teknik hassasiyete bağlı olabilir. Öztürk ve arkadaşlarının (2015) mikrosızıntıyı mikro-BT tekniği ile değerlendirdikleri çalışmalarında, oklüzal yüzeylerde gingivale göre daha fazla mikrosızıntı tespit edilmiştir. Bu çalışmada da mikrosızıntının tespitinde farklı bir yöntemin kullanılmış olması literatürdeki ve bizim çalışmamızdaki bulgulardan farklı sonuçların elde edilmesinin sebebi olabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre metal ve seramik braket kullanımının mikrosızıntı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır. Aynı yapıştırıcı ile farklı braket tipleri kullanılan gruplarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ramoğlu ve arkadaşlarının (2009) çalışmalarında da metal ve seramik braket gruplarında benzer mikrosızıntı değerleri bulunmuştur. Bu bulgular bizim çalışmamız ile uyumludur.

Ancak literatürde çalışmamızdan farklı olarak metal braketlerin seramik braketlere göre daha yüksek mikrosızıntı değerleri gösterdiğini belirten çalışmalar mevcuttur. Arhun ve arkadaşları (2006) metal braketlerin seramik braketlere göre adeziv-braket ara yüzeylerinde anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı gösterdiğini belirtmiştir. Uysal ve arkadaşları (2008) kendinden asitli sistemler kullanıldığı zaman adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde gingival yönde, metal braketlerde seramik braketlere göre anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı tespit etmişlerdir. Bunun metal braketlerin polimerizasyon esnasında ışığı tam geçirmemesi ve polimerizasyonun tam olmamasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Üşümez vd 2004). Arhun ve arkadaşları (2006) metal braketlerin seramik braketlere göre mine veya adeziv sistemlerden daha fazla büzülme ve genişlemeye uğradığını ve bu durumun da braket altında boşlukların oluşmasına sebep olarak mikrosızıntıyı arttırabileceğini belirtmişlerdir. Bunun dışında seramik braketlerdeki artmış bağlanma kuvvetlerinin ve debonding esnasında karşılaşılan zorlukların, mikrosızıntı olmaması veya az olmasından dolayı seramik braketin yapıştırıcıya olan yakın bağlantısı ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Arhun vd 2006). Ancak bazı çalışmalarında mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı kuvvetleri arasında ilişkinin olmadığı bildirilmiştir (James vd 2003, Shahabi vd 2014).

Arıkan ve arkadaşları (2006), LED ve halojen ışık cihazlarının metal ve seramik braketlerde oluşturduğu mikrosızıntı miktarlarını değerlendirmişlerdir. Kullanılan ışık tipine bakılmaksızın seramik braketlerde metal braketlere göre daha az mikrosızıntı tespit edilmiştir. Bu durumun metal braketlerin ışığı iyi geçirmemesinden dolayı alttaki adeziv materyalin tamamen polimerize olmamasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızın sonuçlarının metal braketlerde seramik braketlere göre daha fazla mikrosızıntı izlenen çalışmaların bulgularından farklı olmasının nedeni kullanılan braket tipi, dizaynı veya markalarından kaynaklanan farklılıklar olabilir.

Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde, mikrosızıntı açısından kullanılan adeziv sistemler arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Kendinden asitli sistem kullanılan metal braket gruplarında, adeziv-mine ara yüzeylerinde oklüzal yönde diğer asitlenen-yıkanan ve primersiz adeziv sistem gruplarına göre anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir. Kendinden asitli sistem kullanılan seramik braket gruplarında ise hem adeziv-mine hem de adeziv-braket ara yüzeylerinde oklüzal yönde diğer gruplara göre anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir. Çalışmamızda tüm dişlerde kullanılan adeziv sistemlere bakılmaksızın gingival yüzeylerde daha fazla mikrosızıntı görülmüştür. Ancak genel olarak kendinden asitli primer kullanılan Transbond Plus SEP grupları oklüzal yüzeylerde daha fazla sızdırmıştır. Uysal ve arkadaşları (2008) çalışmalarında bizim çalışmamızda olduğu gibi seramik ve metal braket kullanılan Transbond Plus SEP gruplarında, konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem kullanılan gruplara göre yüksek mikrosızıntı tespit etmiştir. Ancak çalışmamızdan farklı olarak kendinden asitli sistemlerin gingivalde daha fazla mikrosızıntı gösterdiği belirtilmiştir. Alkış ve arkadaşları (2015) ise çalışmalarında farklı adeziv sistemlerin braketler altındaki mikrosızıntı miktarlarını değerlendirmiş, ancak anlamlı farklılık tespit etmemiştir. Ancak bu çalışmada, çalışmamızdan farklı olarak konvansiyonel sistemler kendi içinde, kendinden asitli sistemler kendi içinde değerlendirilmiştir. Konvansiyonel ve kendinden asitli sistemler arasında herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır. Bizim çalışmamızda ise konvansiyonel asitlenen-yıkanan, primersiz tek adımlık sistem ve kendinden asitli sistemler mikrosızıntı açısından karşılaştırılmış ve Transbond Plus SEP kullanılan dişlerde daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir. Ramoğlu ve arkadaşları (2009) farklı adeziv sistemlerin kullanımının mikrosızıntı değerlerini etkilediğini belirtmiştir. Hamamcı ve arkadaşları (2009) çalışmalarında kendinden asitli sistemler kullanıldığında asitlenen-yıkanan sistemlere göre adeziv-mine ara yüzeylerinde ve gingival yönde daha fazla sızıntı tespit etmişlerdir. Pakshir ve Ajami (2015) çalışmamız ile benzer şekilde Transbond Plus SEP'in konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemlere göre anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntıya sebep olduğunu göstermiştir. Atash ve arkadaşları (2017) çalışmalarında kendinden asitli primerlerin konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemlere göre oklüzal yüzeyde daha fazla sızıntıya sebep olduğunu bildirmiştir. Bu bulgular bizim çalışmamız ile uyumludur.

Çalışmamızda yeni kullanıma giren primersiz tek adımlık yapıştırıcının mikrosızıntı skorlarına bakıldığı zaman konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemler ile benzer olduğu görülmüştür. Bu durumun primersiz tek adımlık sistemde konvansiyonel sistemlerde olduğu gibi uygulanan asit kullanımı ile ilgisi olduğu düşünülmektedir. Alkış ve arkadaşları (2015) çalışmalarında asit uygulaması yapılan farklı adezivleri

mikrosızıntı açısından karşılaştırmış ve çalışmamızda olduğu gibi benzer mikrosızıntı skorları tespit etmişlerdir. Literatürde bilgimiz dahilinde primersiz tek adımlık sistemin mikrosızıntı özelliklerini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmamızda her grupta adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde oklüzal ve gingival yönde izlenen mikrosızıntı skorları ayrı ayrı değerlendirildiğinde, adeziv-braket ara yüzeyinde metal braket kullanılan kendinden asitli primer grubu hariç tüm kendinden asitli primer kullanılan gruplarda anlamlı olmasa da oklüzal yönde daha fazla sızıntı izlenmiştir. Ancak asitleme uygulamasının yapıldığı primersiz tek adımlık sistem ve konvansiyonel asit-etch gruplarında gingival yüzeylerde anlamlı olmasa da daha fazla sızıntı belirlenmiştir. Ancak bu gruplardan, adeziv-mine ara yüzeyinde metal braket kullanılan Transbond XT grubunda gingivalde izlenen sızıntı oklüzal yüzeye göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazladır. Benzer şekilde Yağcı ve arkadaşları (2010) asitlenen-yıkanan sistem kullanarak Transbond XT uyguladıkları gruplarda adeziv-mine ara yüzeyinde gingival yönde daha fazla sızıntı tespit etmiştir.

Çalışmamızda ortalama oklüzal-gingival yüzeylerin mikrosızıntı skorları karşılaştırıldığında, metal braket kullanılan Transbond Plus SEP grubunda ve seramik braket kullanılan Transbond XT gruplarında adeziv-mine ara yüzeylerinde anlamlı olarak daha fazla sızıntı tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki diğer gruplarda ise anlamlı olmasa da genel olarak adeziv-mine ara yüzeylerinde, adeziv-braket ara yüzeylerine göre daha fazla sızıntı izlendiği görülmektedir. Adeziv-mine ara yüzeylerinde meydana gelen mikrosızıntı beyaz nokta lezyonlarının oluşumuna sebep olabilmesi açısından önem taşımaktadır (Arıkan vd 2006).

Ortodonti pratiğinde diş yüzeyine yapıştırılan ataçmanlar belirli bir süreliğine uygulanmaktadır. Bundan dolayı kullanılan adeziv sistemlerin bağlanma dayanımı kuvvetleri, braketi diş üzerinde tutacak kadar yüksek, ancak tedavi bitiminde braketler çıkarılırken minede hasar oluşturmayacak ve kalan adezivin kolay temizlenmesine olanak sağlayacak kadar düşük olmalıdır (Øgaard ve Fjeld 2010). Reynolds (1975) klinik koşullar için 5.9-7.8 MPa değerlerinde olan bağlanma dayanımı kuvvetlerinin yeterli olacağını belirtmiştir. Çalışmamızın sonuçlarına göre elde edilen bağlanma dayanımı değerleri bu değerlerden oldukça yüksektir. Metal braket kullanılan Transbond XT grubu için  $18.47 \pm 4.46$  MPa, metal braket kullanılan Transbond Plus SEP grubu için  $18.64 \pm 6.18$  MPa, metal braket kullanılan GC Ortho Connect grubu için  $18.16 \pm 4.85$  MPa'lık bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Seramik braket kullanılan Transbond XT grubu için  $21.47 \pm 7.75$  MPa, seramik braket kullanılan Transbond Plus SEP grubu için  $15.00 \pm 7.44$  MPa, seramik braket kullanılan GC Ortho Connect grubu için  $21.29 \pm 6.90$  MPa'lık bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Çalışmamızda metal ve seramik braket gruplarının bağlanma dayanımı bulguları

değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Seramik braketlerin yapıştırılmasında kullanılan konvansiyonel asitlenen-yıkanan ve primersiz tek adımlık sistemlerin bağlanma dayanımı değerleri kendinden asitli primer kullanılan gruptan daha yüksektir, ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir. Seramik braketlere ait Transbond Plus SEP grubunun ise bağlanma dayanımı değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışmamızda Transbond XT ve GC Ortho Connect kullanılarak yapıştırılan seramik braketlerin bağlanma dayanımı kuvvetleri metal braketlere göre anlamlı olmasa da daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni metal braketler ışığı geçirmediği için yapıştırılmasında adezivin polimerizasyonunun tam olarak gerçekleşmemesi olabilir (Arıkan vd 2006). Üşümez ve arkadaşları da (2004) polimerizasyon sırasında rezinin sertleşmesinin adezivin brakete yapışması üzerinde etkili olduğunu göstermişlerdir.

Literatürde seramik braketlerin metal braketlere göre daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiğini belirten çalışmalar olduğu gibi (Odegaard ve Segner 1988, Joseph ve Rossouw 1990, Uysal vd 2010), metal braketlerin bağlanma dayanımı kuvvetlerinin seramik braketlerden anlamlı olarak yüksek olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Mirzakouchaki vd 2012, 2016, Arash vd 2017). Çalışmamız ile uyumlu olarak metal ve seramik braketlerin bağlanma dayanımı değerlerini benzer bulan çalışmalar da bulunmaktadır (Bishara vd 1997, Liu vd 2005). Bu konuda yapılan çalışmalarda sonuçların çeşitliliği kullanılan farklı bonding ve adeziv materyalleri, termal siklus uygulamalarının yapılıp yapılmaması, sıyırma kuvvetlerinin uygulanma şekli gibi faktörlere bağlı olabilmektedir. Çalışmalarda kullanılan braketlerin özellikleri de farklı bağlanma dayanımı kuvvetleri elde edilmesine sebep olabilir. Literatürde geçmişte kimyasal silan bağlantı ajanlarına sahip olan seramik braketlerin, metal braketlerden anlamlı olarak yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği bildirilmiştir (Joseph ve Rossouw 1990). Toroğlu ve Yaylalı (2008) kimyasal retansiyonlu seramik braketlerin debonding sırasında mine kırığına sebep olabilecek yüksek seviyede tutuculuk oluştuğunu belirtmişlerdir. Ancak literatürde farklı tipte seramik braketlerde bağlanma dayanımı kuvvetleri üzerinde anlamlı fark bulmamış çalışma da mevcuttur (Gwinnett 1988). Yapılan birçok çalışmada mekanik retansiyonlu seramik braketlerde bağlanma dayanımı kuvvetlerinin, kimyasal retansiyonlu seramik braketlerden önemli derecede düşük olduğu, ancak metal braketler ile benzer olduğu belirtilmiştir (Guess vd 1988, Viazis vd 1990, Mundstock vd 1999). Çalışmamızda metal braketler ve mekanik retansiyon özelliğine sahip olan polikristalin yapıda seramik braketlerle elde ettiğimiz benzer bağlanma dayanımı değerleri, literatürdeki bu bilgiler ile örtüşmektedir.

Literatürde bizim çalışmamıza benzer olarak kendinden asitli ve konvansiyonel sistemler arasında bağlanma dayanımı açısından anlamlı fark tespit edilmeyen

çalışmalar mevcuttur (Bishara vd 1998, Cal-Neto vd 2006, Kitayama vd 2007, Iijima vd 2008, Scougall-Vilchis vd 2009, Mirzakouchaki vd 2012, Arash vd 2017). Bazı çalışmalarda ise kendinden asitli primerler kullanıldığında konvansiyonel asitli sistemlerden daha düşük bağlanma dayanımı değerleri izlenirken (Yamada vd 2002, Zeppieri vd 2003, Romano vd 2005, Başaran vd 2009, Chu vd 2011, Shahabi vd 2014, Zope vd 2016), bazı çalışmalarda ise kendinden asitli primerler ile daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir (Büyükyılmaz vd 2003, Bishara vd 2005).

Çalışmamızda Transbond XT ve Transbond Plus SEP gruplarının bağlanma dayanımı değerlerinin benzer olduğu bulunmuştur. Bishara ve arkadaşlarının (1998) çalışmasında asidik primerler düşük doldurucu içerikli kompozitler ile yapıştırıldığında bağlanma dayanımı değerleri konvansiyonel sistemle karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük bulunmuş, yüksek doldurucu içerikli kompozitler kullanıldığında bizim çalışmamızda olduğu gibi benzer bağlanma değerleri elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda konvansiyonel asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli primer gruplarında Transbond XT yapıştırıcı kullanılarak yapıştırıcıdan dolayı oluşabilecek farklar elimine edilmiştir. Literatür incelendiği zaman Iijima ve arkadaşları (2008), konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem grubunda Transbond XT Primer, kendinden asitli primer grubunda ise Transbond Plus SEP kullanılarak her iki grubu da Transbond XT yapıştırıcı ile yapıştırmıştır. Bizim çalışmamız ile uyumlu şekilde her iki grubun bağlanma dayanımı değerleri benzer çıkmıştır. Bunu destekler şekilde Cal-Neto ve arkadaşları (2006) ile Attar ve arkadaşları (2007) konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemler ve kendinden asitli primerleri karşılaştırmış, her iki grupta da benzer bağlanma dayanımı değerleri bulmuşlardır. Yapılan güncel bir çalışmada Arash ve arkadaşları (2017) metal ve seramik braketleri yapıştırmak için kullandıkları asitlenen-yıkanan sistemler ile kendinden asitli sistemlerin bağlanma dayanımı değerlerini benzer bulmuşlardır. Bu bulgular çalışmamız ile uyumludur. Mirzakouchaki ve arkadaşlarının (2016), in-vivo şartlarda metal ve seramik braketler kullandıkları çalışmalarında ise metal braketlerin kullanıldığı asitlenen-yıkanan sistem gruplarında, kendinden asitli sistemlerden anlamlı olarak daha fazla bağlanma dayanımı kuvvetleri elde edilmiştir. Ancak seramik braketlerin kullanıldığı asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli sistem gruplarında benzer bağlanma dayanımı kuvvetleri elde edilmiştir. Çalışmamızla farklı sonuçların elde edilmesi bu çalışmada in-vivo koşullar altında değerlendirilmelerin yapılmasından kaynaklanabilir. Uysal ve arkadaşlarının (2010) çalışmalarında metal ve seramik braketler kullanılarak Transbond XT Primer ve Transbond Plus SEP'in bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışmamızdan farklı olarak seramik braket uygulanan asitlenen-yıkanan Transbond XT Primer grubunda ( $36.7 \pm 11.8$  MPa), diğer tüm gruplardan anlamlı olarak daha yüksek bağlanma dayanımı kuvvetleri elde

edilmiştir. Bizim çalışmamızda da seramik braket gruplarında daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edilmesine rağmen aradaki farklılıklar anlamlı bulunmamıştır. Çalışmalarında termal siklus uygulamasının yapılmamış olması ve materyal-metod farklılıkları çalışmamız ile uyumlu olmayan bulguların sebebi olabilir.

Çalışmamızda bağlanma dayanımının değerlendirildiği tüm örnekler, braketleme işlemleri sonrası termal siklus uygulamasına tabi tutulmuştur. Kitayama ve arkadaşları (2007) çalışmalarında asitlenen-yıkanan sistem ve kendinden asitli primerleri termal siklus uygulaması yaparak ve yapmadan bağlanma dayanımı açısından karşılaştırmışlardır. Termal siklus uygulanmayan gruplarda Transbond Plus SEP grubunun bağlanma dayanımı değerleri konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem grubundan anlamlı olarak düşük bulunmuştur. Ancak termal siklus uygulandığında asitlenen-yıkanan sistem grubunda bağlanma dayanımı değerleri anlamlı derecede azalırken, Transbond Plus SEP grubundaki düşüş anlamlı olmamıştır. Termal siklus uygulaması yaptıkları gruplarında ise bizim çalışmamızla benzer şekilde asitlenen-yıkanan ve Transbond Plus SEP gruplarında bağlanma dayanımı değerleri açısından fark bulamamışlardır.

Scougall-Vilchis ve arkadaşları (2009) metal braketler kullandıkları çalışmalarında, konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem grubunda  $26.5 \pm 8.1$  MPa, Transbond Plus SEP grubunda ise  $21.1 \pm 6.2$  MPa bağlanma dayanımı değerleri elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda olduğu gibi bu iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bağlanma dayanımı değerlerinin ortalamalarının bizim çalışmamızdan yüksek olması termal siklus uygulamasının yapılmamasından kaynaklanabilir. Çünkü termal siklus uygulamaları sonrası hem asitlenen-yıkanan sistemlerin hem de kendinden asitli sistemlerin bağlanma dayanımı değerlerinin azaldığı bilinmektedir (Bishara vd 2003). Ancak aynı araştırmacıların asitlenen-yıkanan sistem ve Transbond Plus SEP'i kıyasladıkları başka bir çalışmalarında termal siklus uygulaması yapılmamasına rağmen bağlanma dayanımı değerleri çalışmamızla benzer çıkmıştır (Scougall-Vilchis vd 2009). Bağlanma dayanımı değerlerinin termal siklus yapılmamasına rağmen çalışmamızla aynı olmasının nedeni tam olarak bilinmemekle beraber bu çalışmada sıyırma testi için kullanılan bıçağın açısı ve yönü ile ilgili bilgi verilmediği görülmüştür. Sıyırma testlerinde uygulanan bıçağın açısı ve yönünün farklı olmasının elde edilen bağlanma dayanımı değerlerini etkilediği bilinmektedir (Klocke ve Kahl-Nieke 2006).

Literatürde çalışmamızdan farklı olarak konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemlerin bağlanma dayanımı değerlerini, kendinden asitli primer sistemlerden anlamlı olarak daha yüksek bulan çalışmalar da mevcuttur. Yamada ve arkadaşları (2002) konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemlerle kıyaslandığında kendinden asitli

sistemlerde daha düşük bağlanma dayanımı değerleri elde etmişlerdir. Çalışmalarında bizim çalışmamızda kullanılan asidik primerden farklı olan Megabond marka self-etch primer ve sığır dişlerinin kullanılması daha düşük bağlanma dayanımı değerlerinin elde edilmesine sebep olmuş olabilir. Sığır dişleri kullanılarak elde edilen bağlanma dayanımı kuvvetlerinin insan dişlerine göre daha düşük olduğu gösterilmiştir (Oesterle vd 1998). Transbond Plus SEP'in bağlanma dayanımı kuvvetlerinin, farklı asidik primer ajanlardan daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Büyükyılmaz vd 2003, Iijima vd 2008, Scougall-Vilchis vd 2009). Bunun yanında literatürde yer alan birçok çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak Transbond Plus SEP'in bağlanma dayanımı değerlerinin konvansiyonel sistemlere göre anlamlı derecede daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Romano vd 2005, Başaran vd 2009, Chu vd 2011). Ancak çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmaların hiçbirinde termal siklus uygulaması yapılmamıştır.

Chu ve arkadaşları (2011) konvansiyonel asit-etch grubunda  $6.03 \pm 0.46$  MPa, Transbond Plus SEP grubunda ise  $3.83 \pm 1.36$  MPa bağlanma dayanımı değerleri elde etmiştir. Bu değerler bizim çalışmamızda bulunan değerlerden oldukça düşüktür. Çalışmamızdan farklı olarak braketlere gerilme bağlanma dayanımı testi uygulandığı ve gerilme kuvvetlerinin 2mm/dk'lık hızlar ile yapıldığı görülmüştür. Ayrıca bağlanma dayanımı testleri yapılırken uygulanan kuvvetin yeri ve açısı ile ilgili bilgi verilmemiştir. Literatürde bu değişkenlerin elde edilen bağlanma dayanımı sonuçlarını etkileyebileceği belirtilmiştir (Klocke ve Kahl-Nieke 2005, 2006, Finemma vd 2010).

Mansour ve arkadaşları (2011) ise metal braketler kullandıkları çalışmalarında, Transbond XT grubunda  $34.25 \pm 9.42$  MPa, Transbond Plus SEP grubunda  $24.64 \pm 9.21$  MPa bağlanma dayanımı değerleri bulmuşlardır. Gruplar arasında anlamlı fark olması ve yüksek bağlanma dayanımı değerleri, çalışmamız ile uyum göstermemektedir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak alt keser sığır dişleri kullanılmıştır. Sığır dişleri kullanımı ile daha düşük bağlanma dayanımı değerleri elde edilmesi beklenmesine rağmen (Oesterle vd 1998), bu çalışmada aksine daha yüksek bağlanma kuvvetlerine ulaşılmıştır. Ancak çalışmalarında termal siklus uygulamalarının yapılmamış olması yüksek bağlanma dayanımı kuvvetlerinin sebebi olabilir. Bunların haricinde bu çalışmada sıyırma testi uygulanırken kuvvetin mine-adeziv ara yüzeyine uygulanması da yüksek bağlanma değerlerinin elde edilmesine sebep olmuş olabilir (Klocke ve Kahl-Nieke 2005). Bizim çalışmamızda ise kuvvetin yerine karar verirken bağlanma kuvvetleri ve oluşabilecek mine kırıkları riski de göz önünde bulundurularak kuvvet braket tabanı ile braket kanatları arasından uygulanmıştır.

Başaran ve arkadaşları (2009), Abdelnaby ve Al-Wakeel (2010) ile Zope ve arkadaşlarının (2016) çalışmalarında konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemlerin



bağlanma dayanımı kuvvetleri kendinden asitli Transbond Plus SEP'den anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Bu üç çalışmada da sıyırma kuvvetinin uygulama yeri ve hızı çalışmamızdan farklı uygulanmıştır. Başaran ve arkadaşları (2009) ile Zope ve arkadaşları (2016) sıyırma kuvvetinin yerini braket-adeziv ara yüzeyinde uygularken, Abdelnaby ve Al-Wakeel (2010) ise braket kulakçıklarından uygulamışlardır. Sıyırma testlerinin uygulanma hızları, Abdelnaby ve Al-Wakeel (2010) çalışmasında 2mm/dk, Zope ve arkadaşlarının (2016) çalışmasında ise 5mm/dk'dır. Uygulanan debonding kuvvetinin yeri ve yönünün değişimi, sıyırma testlerinde farklı hızların kullanılması bağlanma dayanımı bulguları üzerinde etkili olup farklı sonuçların alınmasına sebep olabilir (Littlewood ve Redhead 1998, Finnema vd 2010). Ayrıca Başaran ve arkadaşları (2009) ile Zope ve arkadaşlarının (2016) çalışmalarında termal siklus uygulaması yapılmamıştır. Materyal-metod ve testlerden kaynaklanan farklılıklar çalışmamız ile uyumlu olmayan sonuçların sebebi olabilir.

Lee ve Kanavakis (2016) Transbond Plus SEP yapıştırıcı ile farklı seramik braketlerdeki bağlanma dayanımı değerlerini araştırdıkları çalışmalarında, Clarity Advanced seramik braket kullandıkları grupta termal siklus uygulaması yapılmamasına rağmen bizim çalışmamızdan daha düşük ( $10.4 \pm 1.4$  MPa) bağlanma değerleri elde etmişlerdir. Sıyırma testleri daha yüksek hızlarda yapıldığında bağlanma dayanımı kuvvetlerinin azaldığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Eliades vd 2004, Bishara vd 2005). Bu çalışmada 1mm/dk'lık hızla yapılan sıyırma testi meydana gelen farklılığın sebebi olabilir.

Literatürde az da olsa bazı çalışmalarda kendinden asitli primerlerin konvansiyonel asitlenen-yıkayan sistemlerden daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur. Büyükyılmaz ve arkadaşları (2003) konvansiyonel asitlenen-yıkayan ile üç farklı kendinden asitli primeri karşılaştırdıkları çalışmalarında, Transbond Plus SEP kullanılan grubun bağlanma kuvvetlerini asitlenen-yıkayan ve diğer asidik primerlerden anlamlı derecede yüksek bulmuştur. Çalışmamızdan farklı olarak üst ve alt premolar dişler kullanılmış ve distile suda bekletilmiştir. Üst ve alt birinci premolar dişlerin bağlanma kuvvetleri benzer büyüklükte bulunmasına rağmen üst ve alt ikinci premolar dişlerin bağlanma kuvvetleri arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Hobson vd 2001). Bundan dolayı araştırmacılar güvenilir sonuçlar almak için aynı diş tipinin kullanılmasının daha uygun olacağını belirtmiştir (Hobson vd 2001, Öztürk vd 2008). Polimerizasyon için de çalışmamızdan farklı olarak halojen ışık kullanılmıştır ve braketlenen dişler termal siklus uygulamasına tabi tutulmamıştır. Literatürde halojen ışıklarla sağlanan bağlanma dayanımı değerlerinin LED ışıklara göre daha düşük olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Pinto vd 2011, De Abreu Neto vd 2015). Bıçak uygulama yeri de çalışmamızdan

farklı olarak braket-adeziv ara yüzeyine uygulanmıştır. Seçilen dişler, saklama koşulları ve dobonding metodunu kapsayan materyal-metod farklılıkları alınan farklı sonuçların sebebi olabilir.

Bishara ve arkadaşları (2005) çalışmalarında konvansiyonel Transbond XT asitlenen yıkanan sistem ile Transbond Plus self-etch primerleri bonding zamanı ve bağlanma dayanımı açısından metal ve seramik braketler ile karşılaştırmıştır. Çalışmamızdan farklı olarak hem metal hem de seramik braket gruplarında, kendinden asitli primerlerin bağlanma dayanımı kuvvetleri daha yüksek bulunmuştur. Seramik braketler kullanıldığında elde edilen bağlanma değerleri de anlamlı olarak daha yüksektir. Çalışmamızdan farklı olarak Transbond Plus SEP ile daha yüksek bağlanma kuvvetlerinin elde edilmesinin nedeni farklı ışık kaynaklarının kullanımlarından dolayı olabilir. Bu çalışmada konvansiyonel sistem kullanılan metal braket grubunda polimerizasyon için halojen ışık kullanılırken, diğer gruplarda LED ışık kullanılmıştır. LED ışık kaynakları kullanılarak yapıştırılan braketlerin gösterdikleri bağlanma kuvvetlerinin, halojen ışık kaynaklarına göre anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir (De Abreu Neto vd 2015). Bizim çalışmamızda standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm gruplarda LED ışık ile polimerizasyon sağlanmıştır. Ayrıca sıyırma testi sırasındaki kuvvetin uygulanma yeri ve hızı da çalışmamızdan farklıdır.

Literatürde bilgimiz dahilinde çalışmamızda kullanılan GC Ortho Connect yapıştırıcının bağlanma dayanımını değerlendiren sınırlı sayıda çalışma vardır. Bunlardan biri olan Shapinko ve arkadaşlarının (2018) çalışmasında konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem ile GC Ortho Connect'in bağlanma dayanımı kıyaslanmıştır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak bir gruplarında da GC Ortho Connect'i konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem grubundakine benzer şekilde Transbond XT Primer kullanarak uygulamışlardır. Konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem grubunda  $7.25 \pm 3.18$  MPa, GC Ortho Connect grubunda  $6.57 \pm 2.75$  MPa, primer uygulanan GC Ortho Connect grubunda  $7.33 \pm 3.06$  MPa bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Gruplar arası bağlanma kuvvetleri arasında bizim çalışmamızla uyumlu olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. GC Ortho Connect grubuna yapılan primer uygulaması bağlanma kuvvetini az da olsa arttırmıştır, ancak bu fark anlamlı çıkmamıştır. Elde edilen bağlanma dayanımı kuvvetleri bizim çalışmamız ile kıyaslandığı zaman oldukça düşüktür. Bunun sebebi çalışmalarında sığır dişlerinin kullanılmış olması ve sıyırma testi yapılırken kuvvetin braket kulakçıklarının altından geçirilen metal bir tel aracılığıyla uygulanması olabilir. Sığır dişleri ile elde edilen bağlanma dayanımı değerlerinin insan dişlerine kıyasla %21-44 daha az olduğu bilinmektedir (Oesterle vd 1998). Çalışmamızdan farklı olarak metal tel ile uygulanan debonding kuvvetinin ise gerçek bir sıyırma testi olmayıp germe kuvvetleri oluşturabileceği bildirilmiştir (Finnema vd 2010).

Bu çalışma ile bizim çalışmamıza kıyasla daha düşük bağlanma değerleri elde edilmiş olmasına rağmen konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem grubu ile primersiz tek adımlık sistem olan GC Ortho Connect grubunda benzer bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiş olması çalışmamız ile uyumludur.

Çalışmamızda kullanılan primersiz tek adımlık sistemin konvansiyonel sistemlerle bağlanma dayanımını karşılaştıran tez çalışmasında (Aydın Şanlıtürk 2018) ise asit uygulaması sonrası primer uygulaması gerektirmeyen GC Ortho Connect ve Biofix yapıştırıcılar ile Transbond XT yapıştırıcı gruplarının bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırılmıştır. Transbond XT kullanılan gruplardan birinde asit uygulaması sonrası Transbond XT Primer kullanılmış, diğer bir grupta ise kullanılmamıştır. Primerli Transbond XT grubunda  $19.03 \pm 7.00$  MPa, GC Ortho Connect grubunda  $20.63 \pm 5.86$  MPa, Biofix grubunda ise  $13.85 \pm 5.36$  MPa bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Transbond XT grubunun primersiz uygulandığında elde edilen bağlanma dayanımı değerleri GC Ortho Connect grubundan anlamlı derecede düşüktür. Bizim çalışmamızda Transbond XT ile  $18.47 \pm 4.46$  MPa, GC Ortho Connect ile  $18.16 \pm 4.84$  MPa olarak elde edilen bağlanma dayanımı değerleri bu çalışma ile benzerdir. Bizim çalışmamızla benzer şekilde Transbond XT grubu ile GC Ortho Connect grubunun bağlanma dayanımı değerleri arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir.

Sıyırma testlerinde braketlere koparma kuvvetinin uygulanacağı yer ve kuvvetin üst sınırı belirlenirken oluşabilecek mine kırık riski de göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü 9.7 MPa'a kadar düşük değerlerde bile mine kırıkları gözlemlenmiştir (Retief 1974). Newman ve arkadaşları (1995) tarafından braketlerin debonding sırasında minede hasar oluşmaması için kuvvetlerin 23.4 MPa'dan daha düşük olması gerektiği belirtilmiştir. Kuvvetin uygulama noktası mineye yakın uygulandığı zaman yüksek sıyırma kuvveti değerlerinden dolayı mine kırığı riski vardır (Klocke ve Kahl-Nieke 2005). Bizim çalışmamızda grupların bağlanma değerlerinin ortalamaları bu değerlerin altındadır ve kuvvet braket slotuna doğru uygulanmıştır. Bu nedenle hiçbir örnekte mine kırığı izlenmemiştir.

Literatürde braket kopma bölgelerinin değerlendirilmesi ile ilgili iki görüş bulunmaktadır. Birinci görüş braket-adeziv ara yüzeyinde veya adezivin kendi içinde meydana gelen kopmaların daha güvenli ve istenilen bir durum olduğu, ancak adeziv-mine ara yüzeyinde meydana gelen kopmalarda ise mine fraktürlerinin görülebileceği şeklindedir (Bishara vd 1999). İkinci görüşe göre braket-adeziv ara yüzeyinde gerçekleşen ve yapıştırıcının büyük çoğunluğunun dış yüzeyinde bulunduğu kopmalarda, kompozitin temizlenme aşamasında minede hasar oluşma riskinin meydana gelebileceği belirtilmiştir. Kopmaların adeziv-mine ara yüzeyinde gerçekleştiği durumlarda ise dış yüzeyinde kalan artık adeziv miktarının az olduğu ve kalan

yapıştırıcının temizlenmesi sırasında minede hasar oluşma ihtimalinin azaldığı bildirilmiştir (Trites vd 2004).

Çalışmamızda AAE skorları karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Metal braketlerin kullanıldığı Transbond XT ve Transbond Plus SEP gruplarında kopmalar daha çok adeziv-mine ara yüzeyinde gerçekleşmiştir. Metal braketlerin kullanıldığı GC Ortho Connect grubunda ise kopmalar daha çok braket-adeziv ara yüzeyinde ve adezivin kendi içinde gerçekleşmiştir. Seramik braketlerin kullanıldığı Transbond XT grubunda kopmalar daha çok braket-adeziv ara yüzünde, seramik braketlerin kullanıldığı GC Ortho Connect grubunda kopmalar daha çok adezivin kendi içinde ve seramik braketlerin kullanıldığı Transbond Plus SEP grubunda ise belirgin bir kırılma bölgesi tespit edilmemekle beraber kopmalar daha çok adeziv-mine ara yüzeyinde gerçekleşmiştir. O'Brien ve arkadaşları (1988), AAE skorlarının kullanılan yapıştırıcının tipine ve braket taban dizaynına bağlı olabileceğini belirtmiştir. Çalışmamızda genel olarak seramik braketli gruplarda AAE 2 ve AAE 3 skorlarının, metal braketli gruplarda ise AAE 1 skorlarının daha fazla izlendiği görülmektedir. Çalışmamızda konvansiyonel asitlenen-yıkanan grup olan Transbond XT'de metal ve seramik braketlerde farklı AAE skorları tespit edilmiştir. Arkan ve arkadaşları (2006) metal braketlerde polimerizasyon esnasında ışık iyi geçmediği için braket altındaki adeziv materyalin tamamen polimerize olamayabileceğini belirtmiştir. Çalışmamızda metal ve seramik braketlerde aynı yapıştırıcı ile alınan farklı AAE skorunun sebebi metal braketlerde seramik braketlere göre polimerizasyonun daha az olması olabilir. Ancak aynı yapıştırıcı ile farklı braket tipi kullanılan kendinden asitli ve primersiz tek adımlık sistem gruplarında AAE skorları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Çalışmamızda farklı AAE skorlarının izlenmesinde kullanılan yapıştırıcı tipi daha etkili olmuştur. Diğer gruplarda dış yüzeyinde yapıştırıcının hiç izlenmediği örnek bulunmazken, Transbond Plus SEP metal ve seramik gruplarında toplam 6 örnekte yapıştırıcının tamamı braketin tabanında bulunup dış yüzeyinde izlenmemiştir. Çalışmamızda Transbond Plus SEP gruplarında diğer gruplara göre dış yüzeyine olan bağlantının daha zayıf, brakete olan bağlantının daha kuvvetli olduğu söylenebilir. GC Ortho Connect gruplarında genel olarak AAE skorlarının yüksek olduğu, kopmaların daha çok braket-adeziv ara yüzeyinde veya adezin kendi içinde gerçekleştiği ve dişe bağlantının iyi olduğu söylenebilir. Ayrıca bağlanma değerlerinin yüksek olduğu gruplarda mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarının daha fazla olduğu görülmüştür. Yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin, mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarının fazla olduğu yüksek AAE skorları ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Carstensen 1995). Diğer bir taraftan da bağlanma dayanımı kuvvetlerinin sadece mine yüzeyinde kalan

artık adeziv miktarına bağılı olmayıp braket taban dizaynı, asitleme prosedürleri ve adeziv tipleri gibi birçok faktörden de etkilenebileceği belirtilmiştir (O'Brien vd 1988).

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi AAE skorları açısından konvansiyonel asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli primerler arasında farklılık bulmayan benzer çalışmalar mevcuttur. Scougall-Vilchis ve arkadaşları (2009) metal braket kullandıkları çalışmalarında, Transbond XT grubunda %85 örnekte AAE 1, %15 örnekte ise AAE 0 skoru tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde %75 örnekte AAE 1 izlenmiştir. Ancak bizim çalışmamızda AAE 0 izlenen örnek bulunmamaktadır. Bu çalışmada Transbond Plus SEP grubunda %70 örnekte AAE 1, %30 örnekte AAE 0 izlenirken, bizim çalışmamızda benzer şekilde %66.7 örnekte AAE 1, %25 örnekte ise AAE 0 tespit edilmiştir. Transbond XT ve Transbond Plus SEP gruplarında bizim çalışmamızda olduğu gibi kopmalar daha çok mine-adeziv ara yüzeyinde meydana gelmiştir.

Kitayama ve arkadaşları (2007), konvansiyonel asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli sistemler kullanarak metal braketler ile her iki adeziv sistemde de benzer AAE skorları tespit etmiş ve kopmaların mine-adeziv ara yüzeyinde olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamız ile benzer şekilde bu çalışmada da metal braketler kullanıldığında her iki adeziv sistem ile diş yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı az olmuştur.

GC Ortho Connect'i konvansiyonel sistemlerle karşılaştıran tez çalışmasında (Aydın Şanlıtürk 2018), bizim çalışmamızla benzer şekilde metal braket kullanılan Transbond XT ve GC Ortho Connect gruplarındaki AAE skorları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Transbond XT grubunda kopmalar bizim çalışmamızla benzer şekilde daha çok mine-adeziv ara yüzeyinde gerçekleşmiş olup, diş yüzeyinde kalan kompozit miktarı azdır. Gc Ortho Connect grubunda ise kopmalar daha çok adezivin kendi içinde gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda GC Ortho Connect grubunda kopmalar, adezivin kendi içinde ve braket-adeziv ara yüzeyinde gerçekleşmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde GC Ortho Connect grubunda Transbond XT grubuna göre diş yüzeyinde kalan kompozit miktarı daha fazladır. Braket kopmalarının olduğu yerler değerlendirildiği zaman genel olarak elde edilen veriler sonuçlarımızla uyumludur.

Shapinko ve arkadaşlarının (2018) metal braketler üzerinde GC Ortho Connect ve Transbond XT yapıştırıcıyı karşılaştırdıkları çalışmalarında, konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem grubu olan Transbond XT ve primer kullanılan GC Ortho Connect gruplarında, kopmaların daha çok adeziv-mine ara yüzeyinde gözlemlendiği ve diş yüzeyinde kalan kompozit miktarının az olduğu gösterilmiştir. Sadece GC Ortho Connect ile yapıştırılan gruplarında ise diş yüzeyinde daha fazla yapıştırıcının izlendiği örnek sayısı, anlamlı olmasa da diğer iki gruba göre daha fazladır. Bizim çalışmamızda

da benzer şekilde Transbond XT yapıştırıcı grubunda kopmalar daha çok adeziv-mine ara yüzeyinde gerçekleşirken, GC Ortho Connect grubunda kopmalar braket-adeziv ara yüzeyinde veya adezivin kendi içinde gerçekleşmiştir. Ancak bizim çalışmamızda Transbond XT ve GC Ortho Connect grupları arasında görülen farklılık anlamlıdır. Shapinko ve arkadaşlarına (2018) göre GC Ortho Connect grubunda, dış yüzeyinde daha fazla kompozit kalmasının sebebi asitlenmiş mine yüzeyindeki porlara daha sıvı formda olan yapıştırıcının daha iyi nüfuz etmesidir. Bu durum klinikte debonding sırasında dış üzerinden daha fazla miktarda kompozitin temizlenmesine neden olsa da kopma sırasında minede hasar oluşma ihtimalinin az olmasından dolayı daha güvenlidir (Bishara vd 1999). Buna karşılık Transbond XT ve primer kullanılan GC Ortho Connect grubunda olduğu gibi braket kopmalarının adeziv-mine arasında gerçekleştiği durumlarda dış yüzeyinden bir miktar minenin ayrılması ve minenin hasar görmesi riski mevcuttur. Bu çalışmada GC Ortho Connet yapıştırıcının primerle uygulanması anlamlı olmasa da bağlanma dayanımını arttırmış, ancak dış üzerinde kalan kompozit miktarını azaltmıştır. Bundan dolayı Shapinko ve arkadaşları (2018) GC Ortho Connect yapıştırıcının primer ile uygulanmasını oluşabilecek mine hasarı riskinden dolayı tavsiye etmemiştir. Çalışmamızdaki GC Ortho Connect grubuna ait bulgularımız Shapinko ve arkadaşlarının (2018) sonuçlarını desteklemektedir. GC Ortho Connect uygulanan metal ve seramik braketli gruplarda kopmalar braket-adeziv ara yüzeyinde ve adezin kendi içinde gerçekleşmiş ve dış yüzeyinde daha fazla kompozitin izlendiği gözlemlenmiştir.

Literatürde AAE skorlarını inceleyen ve bizim çalışmamızdan farklı sonuçlar bulan çalışmalar da mevcuttur. Çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmalarda konvansiyonel asitlenen-yıkayan sistem gruplarında kopmalar braket-adeziv ara yüzeyinde meydana gelmiştir (Büyükyılmaz vd 2003, Romano vd 2005, Attar vd 2007, Iijima vd 2008, Başaran vd 2009, Abdelnaby ve Al-Wakeel 2010, Chu vd 2011, Shahabi vd 2014). Bu çalışmalarda dış yüzeyinde daha fazla miktarda kompozit kalmıştır. Konvansiyonel asitlenen-yıkayan sistemde, asitlenen mine yüzeyindeki mikroporözitelere yapıştırıcının nüfuz etmesiyle mekanik retansiyonun sağlanması debonding esnasında bu tip kopmaların sebebi olarak gösterilmektedir. Çalışmamızda asitli Transbond XT metal grubunda kopmalar mine-adeziv arasında gerçekleşmiş ve dış yüzeyinde kalan kompozit miktarı bu çalışmalara göre daha az izlenmiştir. Ancak asitli diğer gruplar olan Transbond XT seramik ve GC Ortho Connect gruplarımızda bu çalışmalara benzer şekilde kopmalar braket-adeziv ara yüzeyinde veya adezivin kendi içinde gerçekleşmiş olup dış yüzeyinde kalan kompozit miktarı fazladır. GC Ortho Connect gruplarında dış yüzeyinde daha fazla kompozitin kalmasının sebebi asit uygulaması ardından mine yüzeyindeki porlara daha sıvı formda olan yapıştırıcının

daha iyi nüfuz etmesi olabilir (Shapinko vd 2018). Bishara ve arkadaşları (1999) braket-adeziv ara yüzeyinde veya adezivin kendi içinde gerçekleşen kopmaların daha güvenli ve istenilen bir durum olduğunu ve bu tür kopmalarda mine hasarı riskinin azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalardan bazılarında bizim çalışmamızdan farklı olarak, braket-adeziv ara yüzeyinde gerçekleşen kopmalar Transbond Plus SEP gruplarında da gerçekleşmiştir (Büyükyılmaz vd 2003, Romano vd 2005, Attar vd 2007, Iljima vd 2008, Chu vd 2011). Bizim çalışmamızda ise Transbond Plus SEP gruplarında kopmalar genel olarak adeziv-mine ara yüzeyinde gerçekleşmiştir. Diş yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı azdır veya hiç yoktur.

Literatürde metal ve seramik braketler kullanıldığı zaman asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli sistemlerde, tüm gruplarda benzer AAE skorlarının izlendiği çalışmalar mevcuttur (Uysal vd 2010, Mirzakouchaki vd 2012, 2016, Arash vd 2017). Çalışmamızdan farklı olarak Uysal ve arkadaşları (2010) ve Mirzakouchaki ve arkadaşlarının (2016) çalışmalarında, tüm gruplarda görülen kopmalar adezivin kendi içinde gerçekleşmiştir. Mirzakouchaki ve arkadaşları (2012) ve Arash ve arkadaşlarının (2017) çalışmalarında ise tüm gruplarda kopmalar, braket-adeziv ara yüzeylerinde ve adezivin kendi içinde gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda ise metal braketli Transbond XT ve Transbond Plus SEP gruplarında benzer AAE skorları izlenirken, seramik braketli Transbond XT grubunda kendinden asitli primer grubundan farklı olarak kopmaların daha çok braket-adeziv ara yüzeylerinde olduğu görülmüştür. Çalışmamızdan farklı olan bu sonuçlar kullanılan braket tipi ve dizaynlarının farklı olması, sıyırma kuvvetinin uygulanma şekli gibi materyal-metod farklılıklarına bağlı olabilir.

Transbond Plus SEP gruplarında çalışmamızla benzer bulgular bulan araştırmacılar da mevcuttur (Cal-Neto ve 2006, Abdelnaby ve Al-Wakeel 2010, Mansour vd 2011, Shahabi vd 2014). Bu çalışmalarda self-etch gruplarında kopmalar mine-adeziv ara yüzeyinde gerçekleşmiştir. Mansour ve arkadaşları (2011)'nin çalışmalarında kopmalar hem mine-adeziv ara yüzeyinde hem de adezivin kendi içinde gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda metal braketli Transbond Plus SEP gruplarında kopmaların daha çok adeziv-mine ara yüzeyinde olduğu, seramik braketli Transbond Plus SEP gruplarında ise belirgin bir kopma bölgesi olmamakla birlikte genel olarak kopmaların adeziv-mine ara yüzeyinde gerçekleştiği izlenmiştir. Bizim çalışmamızda ve bu çalışmalarda kopmaların genellikle mine-adeziv ara yüzeylerinde izlenmesi, kendinden asitli sistemlerin asiditelerinin az olması ve mine yüzeyinde mikroporözite oluşturmaması olabilir. Mine yüzeyinde kalan kompozit miktarının az olmasından dolayı mine yüzeyine bağlantılarının az olduğu da düşünülebilir. Ancak çalışmamızda kendinden asitli sistemler ile diğer sistemler arasında bağlanma dayanımı değerleri

açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sadece seramik braket kullanılan Transbond Plus SEP grubunda bağlanma dayanımı değerleri diğer gruplara göre anlamlı olmasa da daha az bulunmuştur.

Çalışmamızda kullanılan adeziv sistemlerin değerlendirilmesi amacıyla elde edilen TEM görüntüleri karşılaştırıldığında kendinden asitli sistemlerde asit uygulaması olmadığından, diğer sistemlere göre rezin infiltrasyon tabakasının daha homojen olduğu görülmektedir. Tay ve Pashley (2001) farklı self-etch adezivler kullanarak yaptıkları çalışmalarında, bazı self-etch sistemlerde asitle pürüzlendirmede oluşan hibrit tabakaya benzer görüntüler elde etmişlerdir. Cal-Neto ve arkadaşları (2006), TEM görüntülerinde kendinden asitli primerler ile daha sık ve kısa rezin taglar gözlemlemişlerdir. Fjeld ve Øgaard (2006) kendinden asitli sistem kullanılmış yüzeylerde asitle pürüzlendirme yapılmış yüzeylere göre daha düzgün bir yüzey, daha az ve kısa rezin taglar gözlemlemişlerdir.

Çalışmamızda konvansiyonel asitlenen-yıkanan ve primersiz tek adımlık sistem uygulanan diş yüzeylerinde fosforik asitle pürüzlendirilmiş yüzey heterojen bir yapı sergilemektedir. Fjeld ve Øgaard (2006) fosforik asitle pürüzlendirilmiş yüzeylerden aldıkları TEM görüntülerinde heterojen yapı ile birlikte tipik bal peteği görünümü, daha uzun ve derinde rezin taglar izlemişlerdir. Büyükyılmaz ve arkadaşları (2003) konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistemlerde rezin tagları daha uzun, kendinden asitli sistemlerde ise daha kısa gözlemlemişlerdir.

Literatürde primersiz tek adımlık sistemler ilgili yapılmış az sayıda çalışma olduğundan, TEM görüntüleri ile ilgili yapılan bir çalışma bilgimiz dahilinde bulunmamaktadır. Çalışmamızda primersiz tek adımlık sistem ile yapıştırılan yüzey incelendiği zaman silik bir hibrit tabaka izlenmiştir. Bunun nedeni bu sistemde primer uygulamasının yapılmaması ve primerin yapıştırıcı kompozitin içinde bulunması olabilir.

Çalışmamızda alınan TEM görüntülerinde, primersiz tek adımlık sistemde kullanılan GC Ortho Connect yapıştırıcı, kendinden asitli sistem ve konvansiyonel sistemde kullanılan Transbond XT yapıştırıcıdan daha farklı ve homojen bir yapı sergilemektedir. Bunun nedeni GC Ortho Connect yapıştırıcının daha az doldurucu içermesi veya yapıştırıcı içinde emdirilmiş halde bulunan primerden dolayı daha az yoğun olan yapısından kaynaklanabilir.



## 6. SONUÇLAR

Çalışmamız kapsamında yeni kullanıma giren primeriz tek adımlık adeziv sistemlerin konvansiyonel asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli adeziv sistemler ile mikrosızıntı skorları değerlendirilmiş, bağlanma dayanımı kuvvetleri ölçülmüş ve braket kopma bölgeleri incelenmiştir. Çalışmamızda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Başlangıç hipotezimiz kısmen reddedilmiştir. Primersiz tek adımlık sistemin bağlanma dayanımı bulguları diğer adeziv sistemler ile benzer olmasına rağmen, mikrosızıntı bulguları ve braket kopma bölgeleri kendinden asitli adeziv sistemlerden anlamlı olarak farklıdır.
2. Çalışmamızda bütün gruplarda adeziv-mine-braket ara yüzeylerinde mikrosızıntı tespit edilmiştir. Mikrosızıntı miktarı adeziv-mine ara yüzeylerinde adeziv-braket ara yüzeylerine göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur.
3. Çalışmamızda farklı braket tiplerinin mikrosızıntı üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır.
4. Çalışmamızda anlamlı olmasa da gingival yüzeylerde daha fazla mikrosızıntı olduğu tespit edilmiştir. Primersiz tek adımlık ve konvansiyonel asitlenen-yıkanan adeziv sistemlerden farklı olarak kendinden asitli adeziv sistemlerde oklüzal yüzeylerde anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı izlenmiştir.
5. Primersiz tek adımlık adeziv sistemlerin mikrosızıntı skorları, konvansiyonel asitlenen-yıkanan adeziv sistemlerle benzerlik göstermektedir. Oklüzal yönde adeziv-mine ve adeziv-braket ara yüzeylerinde, primersiz tek adımlık sistemlerin mikrosızıntı değerleri kendinden asitli sistemlerden anlamlı olarak daha az bulunmuştur.
6. Primersiz tek adımlık sistemin bağlanma dayanımı değerleri, konvansiyonel asitlenen-yıkanan ve kendinden asitli adeziv sistemler ile benzer ve klinik kullanım açısından yeterlidir.
7. Primersiz tek adımlık adeziv sistem kullanılarak yapıştırılan metal ve seramik braket gruplarında kopma bölgeleri, braket-adeziv ara yüzeylerinde ve adezivin kendi içinde gerçekleşmiştir. Metal braketler kullanıldığı zaman primersiz tek adımlık sistemde, konvansiyonel asitlenen-yıkanan sisteme göre diş yüzeyinde kalan artık adeziv miktarının anlamlı olarak daha fazla olduğu görülmüştür.

Primersiz tek adımlık adeziv sistemde diş yüzeyinde kalan artık adeziv miktarının fazla olması, daha az mine hasarının görülmesi ihtimali açısından önemlidir.

8. Kendinden asitli adeziv sistemlerde kopma bölgelerinin daha çok adeziv-mine ara yüzeylerinde görülmesi, bu sistemlerde diş yüzeyine bağlantının daha zayıf olduğunu gösterebilir. Diş yüzeyinde kalan artık adeziv miktarının bu sistemlerde daha az olması mine hasarlarına neden olabilir.
9. Farklı tip braket kullanımı sadece konvansiyonel asitlenen-yıkanan sistem grubunda anlamlı farklılığa sebep olmuş, kopmalar metal braketlerde adeziv-mine ara yüzeyinde seramik braketlerde ise braket-adeziv ara yüzeyinde gerçekleşmiştir.
10. Bu in-vitro çalışmanın sonuçlarına göre yeni kullanıma giren primersiz tek adımlık yapıştırıcı olan GC Ortho Connect'in mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı değerlerinin diğer adeziv sistemler ile karşılaştırıldığı zaman sonuçları tatmin edici ve klinik kullanım için yeterlidir. Ancak bu konuda yapılacak olan in-vitro ve in-vivo çalışmalar ile bu bulguların desteklenmesi gereklidir.

## 7. KAYNAKLAR

Abdelnaby YL, Al-Wakeel ES. Effect of early orthodontic force on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138(2): 208-214.

Ahrari F, Poosti M, Motahari P. Enamel resistance to demineralization following Er:YAG laser etching for bonding orthodontic brackets. *Dent Res J* 2012; 9(4): 472-477.

Akin M, Aksakalli S, Basciftci FA, Demir A. The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets using self-etching primer systems. *Eur J Dent* 2013; 7(1): 55-60.

Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997; 22(4): 173-185.

Al-Khateeb S, Exterkate R, Angmar-Månsson B, ten Cate JM. Effect of acid-etching on remineralization of enamel white spot lesions. *Acta Odontol Scand* 2000; 58(1): 31-36.

Alkis H, Turkkahraman H, Adanir N. Microleakage under orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *Eur J Dent* 2015; 9(1): 117-121.

Altmann ASP, Degrazia FW, Celeste RK, Leitune VCB, Samuel SMW, Collares FM. Orthodontic bracket bonding without previous adhesive priming: A meta-regression analysis. *Angle Orthod* 2016; 86(3): 391–398.

Arash V, Naghipour F, Ravadgar M, Karkhah A, Barati MS. Shear bond strength of ceramic and metallic orthodontic brackets bonded with self-etching primer and conventional bonding adhesives. *Electron Physician* 2017; 25;9(1): 3584-3591.

Arhun N, Arman A, Cehreli SB, Arikan S, Karabulut E, Gülşahi K. Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system. *Angle Orthod* 2006; 76(6): 1028-1034.

Arikan S, Arhun N, Arman A, Cehreli SB. Microleakage beneath ceramic and metal brackets photopolymerized with LED or conventional light curing units. *Angle Orthod* 2006; 76(6): 1035–1040.

Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984; 85(4): 333-340.

Atash R, Fneiche A, Cetik S, Bahrami B, Balon-Perin A, Orellana M, Glineur R. In vitro evaluation of microleakage under orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *Eur J Dent* 2017; 11(2): 180-185.

Ateyah N, Akpata E. Factors affecting shear bond strength of composite resin to fluorosed human enamel. *Oper Dent* 2000; 25(3): 216-222.

Attar N, Taner TU, Tülümen E, Korkmaz Y. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded using conventional vs one and two step self-etching/adhesive systems. *Angle Orthod* 2007; 77(3): 518-523.

Aydın Şanlıtürk G. Primer Kullanılan ve Kullanılmayan Farklı Kompozit Materyalleri ile Yapıştırılan Ortodontik Braketlerin Dayanımlarının İn Vitro Olarak İncelenmesi. Uzmanlık tezi, *Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, 2018, s.80.

Barry GR. A clinical investigation of the effects of omission of pumice prophylaxis on band and bond failure. *Br J Orthod* 1995; 22(3): 245-258.

Başaran G, Ozer T, Berk N, Hamamci O. Etching enamel for orthodontics with an erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser system. *Angle Orthod* 2007; 77(1): 117-123.

Başaran G, Ozer T, Devocioğlu Kama J. Comparison of a recently developed nanofiller self-etching primer adhesive with other self-etching primers and conventional acid etching. *Eur J Orthod* 2009; 31(3): 271-275.

Berk N, Başaran G, Ozer T. Comparison of sandblasting, laser irradiation, and conventional acid etching for orthodontic bonding of molar tubes. *Eur J Orthod* 2008; 30(2): 183-189.

Bin Abdullah M, Rock WP. The effect of etch time and debond interval upon the shear bond strength of metallic orthodontic brackets. *Br J Orthod* 1996; 23(2): 121-124.

Bishara SE, Sulieman AH, Olson M. Effect of enamel bleaching on the bonding strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 104(5): 444-447.

Bishara SE, Olsen ME, Von Wald L. Evaluation of debonding characteristics of a new collapsible ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112(5): 552-559.

Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Olson ME. Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114(3): 243-247.

Bishara SE, Vonwald L, Zamtua J, Damon PL. Effects of various methods of chlorhexidine application on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114(2): 150-153.

Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Jakobsen JR. Shear bond strength of composite, glass ionomer, and acidic primer adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 115(1): 24-28.

Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF. Effect of thermocycling on the shear bond strength of a cyanoacrylate orthodontic adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123(1): 21-24.

Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Ajlouni R, Laffoon JF. The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128(6): 755-760.

Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren JJ, Laffoon JF, Ajlouni R. Comparison of bonding time and shear bond strength between a conventional and a new integrated bonding system. **Angle Orthod** 2005; 75(2): 237-242.

Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. **Angle Orthod** 2005; 75(5): 832-835.

Bishara SE, Ostby AW, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Early shear bond strength of a one-step self-adhesive on orthodontic brackets. **Angle Orthod** 2006; 76(4): 689-693.

Bishara SE, Ostby AW, Laffoon JF, Warren J. Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling. A new self-etch primer and a resin-modified glass ionomer. **Angle Orthod** 2007; 77(2): 337-341.

Borsatto MC, Corona SA, Dibb RG, Ramos RP, Pécora JD. Microleakage of a resin sealant after acid-etching, Er:YAG laser irradiation and air-abrasion of pits and fissures. **J Clin Laser Med Surg** 2001; 19(2): 83-87.

Brantley WA, Eliades T. "Cements in Orthodontics", Orthodontic materials: Scientific and Clinical Aspects, Eds. Brantley WA, Eliades T, **Thieme Stuttgart**, New York, 2001, s.221-241.

Brantley WA, Eliades T. "Enamel Etching and Bond Strength", Orthodontic Materials: Scientific and Clinical Aspects, Eds. Brantley WA, Eliades T, **Thieme Stuttgart**, New York, 2001, s.105-122.

Bullard RH, Leinfelder KF, Russell CM. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. **J Am Dent Assoc** 1988; 116(7): 871-874.

Bulut H, Kaya AD, Turkun M. Tensile bond strength of brackets after antioxidant treatment on bleached teeth. **Eur J Orthod** 2005; 27(5): 466-471.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res** 1955; 34(6): 849-853.

Buonocore MG, Matsui A, Gwinnett AJ. Penetration of Resin Dental Materials into Enamel Surfaces with References to Bonding. **Arch Oral Biol** 1968; 13(1): 61-70.

Burgess AM, Sherriff M, Ireland AJ. Self-etching primers: is prophylactic pumicing necessary? A randomized clinical trial. **Angle Orthod** 2006; 76(1): 114-118.

Büyükyılmaz T, Ogaard B, Dahm S. The effect on the tensile bond strength of orthodontic brackets of titanium tetrafluoride (TiF<sub>4</sub>) application after acid etching. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1995; 108(3): 256-261.

Büyükyılmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength--are they reliable? **Angle Orthod** 2003; 73(1): 64-70.

Cacciafesta V, Sfondrini MF, Stifanelli P, Scribante A, Klersy C. The effect of bleaching on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass ionomer. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2006; 130(1): 83-87.

Cal-Neto JP, Carvalho F, Almeida RC, Miguel JA. Evaluation of a new self-etching primer on bracket bond strength in vitro. **Angle Orthod** 2006; 76(3): 466-469.

Cal-Neto JP, Miguel JA. Scanning electron microscopy evaluation of the bonding mechanism of a self-etching primer on enamel. **Angle Orthod** 2006; 76(1): 132-136.

Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. **J Endod** 2003; 29(9): 592-594.

Canay Ş, Kocadereli İ, Akça E. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2000; 117(1): 15-19.

Canbek K, Karbach M, Gottschalk F, Erbe C, Wehrbein H. Evaluation of bovine and human teeth exposed to thermocycling for microleakage under bonded metal brackets. **J Orofac Orthop** 2013; 74(2): 102-112.

Carstensen W. Effect of reduction of phosphoric acid concentration on the shear bond strength of brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1995; 108(3): 274-277.

Catalbas B, Ercan E, Erdemir A, Gelgor IE, Zorba YO. Effects of different chlorhexidine formulations on shear bond strengths of orthodontic brackets. **Angle Orthod** 2009; 79(2): 312-326.

Charlton DG, Moore BK. In vitro evaluation of two microleakage detection tests. **J Dent** 1992; 20(1): 55-58.

Chen X, Cuijpers V, Fan M, Frencken JE. Marginal leakage of two newer glass-ionomer-based sealant materials assessed using micro-CT. **J Dent** 2010; 38(9): 731-735.

Chen C, Niu LN, Xie H, Zhang ZY, Zhou LQ, Jiao K, Chen JH, Pashley DH, Tay FR. Bonding of universal adhesives to dentine--Old wine in new bottles? **J Dent** 2015; 43(5): 525-536.

Chiba Y, Rikuta A, Yasuda G, Yamamoto A, Takamizawa T, Kurokawa H, Ando S, Miyazaki M. Influence of moisture conditions on dentin bond strength of single-step self-etch adhesive systems. **J Oral Sci** 2006; 48(3): 131-137.

Chu CH, Ou KL, Dong de R, Huang HM, Tsai HH, Wang WN. Orthodontic bonding with self-etching primer and self-adhesive systems. **Eur J Orthod** 2011; 33(3): 276-81.

Clementino-Luedemann TN, Kunzelmann KH. Mineral concentration of natural human teeth by a commercial micro-CT. **Dent Mater J** 2006; 25(1): 113-119.

Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. **Dent Clin North Am** 2004; 48(4): 751-770.

Corpas-Pastor L, Villalba Moreno J, de Dios Lopez-Gonzalez Garrido J, Pedraza Muriel V, Moore K, Elias A. Comparing the tensile strength of brackets adhered to laser-etched enamel vs. acid-etched enamel. **J Am Dent Assoc** 1997; 128(6): 732-737.

Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, Peumans M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Development of a self-etch adhesive for resin-modified glass ionomers. **J Dent Res** 2006; 85(4): 349-353.

Creanor SL, Carruthers LM, Saunders WP, Strang R, Foye RH. Fluoride uptake and release characteristics of glass ionomer cements. **Caries Res** 1994; 28(5): 322-328.

Çağlaroğlu M, Çatalbaş B, Gelgör E. Farklı yöntemlerle pürüzlendirilmiş mine yüzeylerinin fotoğrafik görüntülerinin karşılaştırılması. **Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg** 2012; 22(2): 154-159.

Çokakoğlu S, Nalçacı R, Üşümez S, Malkoç S. Effects of Different Combinations of Er:YAG Laser-Adhesives on Enamel Demineralization and Bracket Bond Strength. **Photomed Laser Surg** 2016; 34(4): 164-170.

Damon PL, Bishara SE, Olsen ME, Jakobsen JR. Bond strength following the application of chlorhexidine on etched enamel. **Angle Orthod** 1997; 67(3): 169-172.

Daronch M, De Goes MF, Grande RH, Chan DC. Antibacterial and conventional self-etching primer system: morphological evaluation of intact primary enamel. **J Clin Pediatr Dent** 2003; 27(3): 251-256.

De Abreu Neto HF, Costa AR, Correr AB, Vedovello SA, Valdrighi HC, Santos EC, Correr-Sobrinho L, Vedovello Filho M. Influence of Light Source, Thermocycling and Silane on the Shear Bond Strength of Metallic Brackets to Ceramic. **Braz Dent J** 2015; 26(6): 685-688.

De Santis R, Mollica F, Prisco D, Rengo S, Ambrosio L, Nicolais L. A 3D analysis of mechanically stressed dentin-adhesive-composite interfaces using X-ray micro-CT. **Biomaterials** 2005; 26(3): 257-270.

De-Deus G, Murad C, Paciornik S, Reis CM, Coutinho-Filho T. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. **Int Endod J** 2008; 41(3): 183-190.

Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. **Dent Mater** 1994; 10: 33-36.

Douglas WH, Zakariasen KL. Volumetric assessment of apical leakage utilizing a spectrophotometric dye recovery method. **J Dent Res** 1981; 60: 438-443.

Eden E, Topaloglu-Ak A, Cuijpers V, Frencken JE. Micro-CT for measuring marginal leakage of Class II resin composite restorations in primary molars prepared in vivo. **Am J Dent** 2008; 21(6): 393-397.

Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. **Eur J Orthod** 2000; 22(1): 13-23.

Eliades T, Katsavrias E, Zinelis S, Eliades G. Effect of loading rate on bond strength. **J Orofac Orthop** 2004; 65(4): 336-342.

Eliades G, Watts DC, Eliades T. "Bond Strength to Enamel", Dental Hard Tissues and Bonding, Eds. Eliades T, **Springer-Verlag Berlin Heidelberg**, 2005, s.53-67.

Eliades T. Orthodontic materials research and applications: part 1. Current status and projected future developments in bonding and adhesives. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2006; 130(4): 445-451.

Ermış RB, Gokay N. Effect of fluorosis on dentine shear bond strength of a self-etching bonding system. **J Oral Rehabil** 2003; 30(11): 1090-1094.

Esteves-Oliveira M, Carvalho WL, Eduardo Cde P, Zzell DM. Influence of the additional Er:YAG laser conditioning step on the microleakage of class V restorations. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater** 2008; 87(2): 538-543.

Fejerskov O, Larsen MJ, Richards A, Baelum V. Dental tissue effects of fluoride. **Adv Dent Res** 1994; 8(1): 15-31.

Ferguson JW, Read MJ, Watts DC. Bond strengths of an integral bracket-base combination: an in vitro study. **Eur J Orthod** 1984; 6(4): 267-276.

Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2010; 137(5): 615-622.

Fjeld M, Øgaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2006; 130: 575-581.

Fleming PS, Eliades T, Katsaros C, Pandis N. Curing lights for orthodontic bonding: a systematic review and meta-analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2013; 143(4): 92-103.

Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critique of bond strength testing in orthodontics. **Br J Orthod** 1994; 21(1): 33-43.

Fuhrmann R, Gutknecht N, Magunski A, Lampert F, Diedrich P. Conditioning of enamel with Nd:YAG and CO<sub>2</sub> dental laser systems and with phosphoric acid. An in-vitro comparison of the tensile bond strength and the morphology of the enamel surface. **J Orofac Orthop** 2001; 62(5): 375-386.

Gardner A, Hobson R. Variations in acid-etch patterns with different acids and etch times. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2001; 120(1): 64-67.

GC Ortho Connect Safety Data Sheet. **GC Orthod Eur GmbH** 2015; 90-1100-00.

Giannini M, Makishi P, Ayres AP, Vermelho PM, Fronza BM, Nikaido T, Tagami J. Self-etch adhesive systems: a literature review. **Braz Dent J** 2015; 26(1): 3-10.

Gittner R, Müller-Hartwich R, Jost-Brinkmann PG. Influence of Various Storage Media on Shear Bond Strength and Enamel Fracture When Debonding Ceramic Brackets: An In Vitro Study. **Semin Orthod** 2010; 16(1): 49-54.

Gladwin M, Bagby M. "Adhesive Materials", Clinical Aspects of Dental Materials Theory, Practice, and Cases, Eds. Sabatini P, Stegman J. Fourth Edition. **Lippincott Williams & Wilkins**, 2013, s.47-57.

Goes MF, Sinhoreti MA, Consani S, Silva MA. Morphological effect of the type, concentration and etching time of acid solutions on enamel and dentin surfaces. **Braz Dent J** 1998; 9(1): 3-10.

Gonçalves PR, Moraes RR, Costa AR, Correr AB, Nouer PR, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. Effect of etching time and light source on the bond strength of metallic brackets to ceramic. **Braz Dent J** 2011; 22(3): 245-248.



Gronberg K, Rossouw PE, Miller BH, Buschang P. Distance and Time Effect on Shear Bond Strength of Brackets Cured with a Second-generation Light-emitting Diode Unit. **Angle Orthod** 2006; 76(4): 682–688.

Guess MB, Watanabe LG, Beck FM, Crall MG. The effect of Silane coupling agents on the bond strength of a polycrystalline ceramic bracket. **J Clin Orthod** 1988; 22(12): 788-792.

Gupta SP, Shrestha BK. Shear bond strength of a bracket-bonding system cured with a light-emitting diode or halogen-based light-curing unit at various polymerization times. **Clin Cosmet Investig Dent** 2018; 10: 61-67.

Gwinnett AJ. A comparison of shear bond strengths of metal and ceramic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1988; 93(4): 346-348.

Hallett KB, Garcia-Godoy F, Trotter AR. Shear bond strength of a resin composite to enamel etched with maleic or phosphoric acid. **Aust Dent J** 1994; 39(5): 292-297.

Hamamci N, Akkurt A, Başaran G. In vitro evaluation of microleakage under orthodontic brackets using two different laser etching, self etching and acid etching methods. **Lasers Med Sci** 2010; 25(6): 811-816.

Hamba H, Nikaido T, Inoue G, Sadr A, Tagami J. Effects of CPP-ACP with sodium fluoride on inhibition of bovine enamel demineralization: a quantitative assessment using micro-computed tomography. **J Dent** 2011; 39(6): 405-413.

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. **J Dent** 2012; 40(6): 475-484.

Hobson RS, Ledvinka J, Meechan JG. The effect of moisture and blood contamination on bond strength of a new orthodontic bonding material. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2001; 120(1): 54-57.

Hobson RS, McCabe JF, Hogg SD. Bond strength to surface enamel for different tooth types. **Dent Mater** 2001; 17(2): 184-189.

Hobson RS, McCabe JF, Rugg-Gunn AJ. The relationship between acid-etch patterns and bond survival in vivo. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2002; 121(5): 502-509.

Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2004; 126(6): 717-724.

Hotz P, McLean JW, Sced I, Wilson AD. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. **Br Dent J** 1977; 18; 142(2): 41-47.

Iijima M, Ito S, Yuasa T, Mugeruma T, Saito T, Mizoguchi I. Bond strength comparison and scanning electron microscopic evaluation of three orthodontic bonding systems. **Dent Mater J** 2008; 27(3): 392-399.

Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van Meerbeek B. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. **J Adhes Dent** 2001; 3(3): 237-245.

International Organization for Standardization. ISO/TS 11405. Dental materials — Testing of adhesion to tooth structure. 2003. 1–16.

Ireland AJ, Knight H, Sherriff M. An in vivo investigation into bond failure rates with a new self-etching primer system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124(3): 323-326.

Isci D, Sahin Saglam AM, Alkis H, Elekdag-Turk S, Turk T. Effects of fluorosis on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a self-etching primer. *Eur J Orthod* 2011; 33(2): 161-166.

Jaffer S, Oesterle LJ, Newman SM. Storage media effect on bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136(1): 83-86.

James JW, Miller BH, English JD, Tadlock LP, Buschang PH. Effects of high-speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123(5): 555-561.

Johnson WT, Zakariasen KL. Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 56(3): 305-309.

Joseph VP, Rossouw E. The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 97(2): 121-125.

Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, Symons AL. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil* 1996; 23(4): 244-250.

Julien KC, Buschang PH, Campbell PM. Prevalence of white spot lesion formation during orthodontic treatment. *Angle Orthod* 2013; 83(4): 641-647.

Kakaboura A, Rahiotis C, Watts D, Silikas N, Eliades G. 3D-marginal adaptation versus setting shrinkage in light-cured microhybrid resin composites. *Dent Mater* 2007; 23(3): 272-278.

Kao EC, Eliades T, Rezvan E, Johnston WM. Torsional bond strength and failure pattern of ceramic brackets bonded to composite resin laminate veneers. *Eur J Orthod* 1995; 17(6): 533-540.

Karadaş M, Hatipoğlu Ö, Ateş SM, Üniversal adezivlerin mineye bağlanma dayanımının değerlendirilmesi. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg* 2018; 28(2): s.204-209.

Katona TR. The effects of load location and misalignment on shear/peel testing of direct bonded orthodontic brackets--a finite element model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106(4): 395-402.

Kawaguchi FA, Eduardo CP, Matos AB. Nd:YAG laser influence on microleakage of class V composite restoration. *Photomed Laser Surg* 2004; 22(4): 303-305.

Kaya S, Yiğit Özer S, Yavuz I, Aydın H. Comparison of dye extraction or dye penetration methods to quantitatively determine microleakage of three different root canal sealers. *Dentistry* 2011; 105(1): 1-5.

Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS 3rd. 2008 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. *J Clin Orthod* 2008; 42(11): 625-640.

Kerby RE, Knobloch LA, Clelland N, Lilley H, Seghi R. Microtensile bond strengths of one-step and self-etching adhesive systems. *Oper Dent* 2005; 30(2): 195-200.

Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent* 1976; 4(5): 199-206.

Kitasako Y, Burrow MF, Nikaido T, Tagami J. The influence of storage solution on dentin bond durability of resin cement. *Dent Mater* 2000; 16(1): 1-6.

Kitayama S, Nikaido T, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Enamel bonding of self-etch and phosphoric acid-etch orthodontic adhesive systems. *Dent Mater J* 2007; 26(1): 135-143.

Klocke A, Kahl-Nieke B. Influence of cross-head speed in orthodontic bond strength testing. *Dent Mater* 2005; 21(2): 139-144.

Klocke A, Kahl-Nieke B. Influence of force location in orthodontic shear bond strength testing. *Dent Mater* 2005; 21(5): 391-396.

Klocke A, Kahl-Nieke B. Effect of debonding force direction on orthodontic shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129(2): 261-265.

Knösel M, Bojes M, Jung K, Ziebolz D. Increased susceptibility for white spot lesions by surplus orthodontic etching exceeding bracket base area. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 141(5): 574-582.

Koh SH, You C, Chan JT, Powers JM. Effect of fluoride treatment on bonding of sealants to enamel. *Abstr J Dent Res* 1997; 76: 189-220.

Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Bicer CO, Firatli E. Microleakage and scanning electron microscopy evaluation of all-in-one self-etch adhesives and their respective nanocomposites prepared by erbium:yttrium-aluminum-garnet laser and bur. *Lasers Med Sci* 2010; 25(4): 493-502.

Lasmar MF, Reher VG, Lalloo R, Reher P. Enamel demineralization and bracket bond strength when etching with acid and /or Er:YAG laser. *Aust Dent J* 2012; 57(2): 190-195.

Lee M, Kanavakis G. Comparison of shear bond strength and bonding time of a novel flash-free bonding system. *Angle Orthod* 2016; 86(2): 265-270.

Leonard RH, Eagle JC, Garland GE, Matthews KP, Rudd AL, Phillip C. Night-guard vital bleaching and its effect on enamel surface morphology. *J Esthet Restor Dent* 2001; 13: 132-139.

Li ZZ, Code JE, Van De Merwe WP. Er:YAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth: determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. *Lasers Surg Med* 1992; 12(6): 625-630.

Lill DJ, Lindauer SJ, Tüfekçi E, Shroff B. Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133(3): 423-436.

Lindauer SJ, Browning H, Shroff B, Marshall F, Anderson RH, Moon PC. Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1997; 111(6): 599-605.

Linklater RA, Gordon PH. An ex vivo study to investigate bond strengths of different tooth types. **J Orthod** 2001; 28(1): 59-65.

Littlewood SJ, Redhead A. Use of jigs to standardize orthodontic bond testing. **J Dent** 1998; 26(5-6): 539-545.

Littlewood SJ, Mitchell L, Greenwood DC, Bubb NL, Wood DJ. Investigation of a hydrophilic primer for orthodontic bonding: an in vitro study. **J Orthod** 2000; 27(2): 181-186.

Liu JK, Chung CH, Chang CY, Shieh DB. Bond strength and debonding characteristics of a new ceramic bracket. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2005; 128(6): 761-765.

Liu Y, Hsu CY, Teo CM, Teoh SH. Subablative Er:YAG laser effect on enamel demineralization. **Caries Res** 2013; 47(1): 63-68.

Loguercio AD, Muñoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigão J. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? **J Dent** 2015; 43(9): 1060-1070.

Lutz F, Krejci I, Barbakow F. Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. **Dent Mater** 1991; 7(2): 107-113.

MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1998; 113(3): 276-281.

Mansour AY, Drummond JL, Evans CA, Bakhsh Z. In vitro evaluation of self-etch bonding in orthodontics using cyclic fatigue. **Angle Orthod** 2011; 81(5): 783-787.

Martínez-Insua A, Da Silva Dominguez L, Rivera FG, Santana-Penín UA. Differences in bonding to acid-etched or Er:YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces. **J Prosthet Dent** 2000; 84(3): 280-288.

Mattick CR, Hobson RS. A comparative micro-topographic study of the buccal enamel of different tooth types. **J Orthod** 2000; 27(2): 143-148.

Mavropoulos A, Staudt CB, Kiliaridis S, Krejci I. Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. **Eur J Orthod** 2005; 27(4): 408-412.

McLean DE, Meyers EJ, Guillory VL, Vandewalle KS. Enamel Bond Strength of New Universal Adhesive Bonding Agents. **Oper Dent** 2015; 40(4): 410-417.

Miles PG, Pontier JP, Bahiraei D, Close J. The effect of carbamide peroxide bleach on the tensile bond strength of ceramic brackets: an in vitro study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1994; 106(4): 371-375.

Milia E, Cumbo E, Cardoso RJ, Gallina G. Current dental adhesives systems. A narrative review. **Curr Pharm Des** 2012; 18(34): 5542-5552.

Miller RA. Bonding fluorosed teeth: new materials for old problems. *J Clin Orthod* 1995; 29(7): 424-427.

Millett D, Mandall N, Hickman J, Mattick R, Glenny AM. Adhesives for fixed orthodontic bands. A systematic review. *Angle Orthod* 2009; 79(1): 193-199.

Mirzakouchaki B, Kimyai S, Hydari M, Shahrbaaf S, Mirzakouchaki-Boroujeni P. Effect of self-etching primer/adhesive and conventional bonding on the shear bond strength in metallic and ceramic brackets. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012; 1;17(1): 164-170.

Mirzakouchaki B, Shirazi S, Sharghi R, Shirazi S, Moghimi M, Shahrbaaf S. Shear bond strength and debonding characteristics of metal and ceramic brackets bonded with conventional acid-etch and self-etch primer systems: An in-vivo study. *J Clin Exp Dent* 2016; 1;8(1): 38-43.

Mitchell L. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances--an overview. *Br J Orthod* 1992; 19(3): 199-205.

Moosavi H, Ahrari F, Mohamadipour H. The effect of different surface treatments of demineralised enamel on microleakage under metal orthodontic brackets. *Prog Orthod* 2013; 20: 14-22.

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. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014; 29: 295-308.

Mundstock KS, Sadowsky PL, Lacefield W, Bae S. An in vitro evaluation of a metal reinforced orthodontic ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116(6): 635-641.

Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent* 2013; 41(5): 404-411.

Murray SD, Hobson RS. Comparison of in vivo and in vitro shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123(1): 2-9.

Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of Dental Hard Tissues. *Quintessence Publishing Co, Ltd*, Japonya, 1998, s.37.

Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod* 1965; 51(12): 901-912.

Newman GV, Newman RA, Sun BI, Ha JL, Ozsoylu SA. Adhesion promoters, their effect on the bond strength of metal brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 108(3): 237-241.

Ng'ang'a PM, Ogaard B, Cruz R, Chindia ML, Aasrum E. Tensile strength of orthodontic brackets bonded directly to fluorotic and nonfluorotic teeth: an in vitro comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 102(3): 244-250.

Obeidi A, Ghasemi A, Azima A, Ansari G. Effects of pulsed Nd:YAG laser on microleakage of composite restorations in class V cavities. *Photomed Laser Surg* 2005; 23(1): 56-59.

O'Brien KD, Watts DC, Read MJ. Residual debris and bond strength--is there a relationship? ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1988; 94(3): 222-230.

Odegaard J, Segner D. Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1988; 94(3): 201-206.

Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1998; 114(5): 514-519.

Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 2001; 119(6): 610-616.

Ogaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1988; 94(1): 68-73.

Øgaard B, Bishara S, Duschner H. "Enamel effects during bonding--debonding and treatment with fixed appliances", Risk Management in Orthodontics: Experts' Guide to Malpractice, Eds. Graber T, Eliades T, ***Quintessence***, Chicago, 2004, s.19-46.

Øgaard B, Fjeld M. The Enamel Surface and Bonding in Orthodontics. ***Semin Orthod*** 2010; 16(1): 37-48.

Oho T, Morioka T. A possible mechanism of acquired acid resistance of human dental enamel by laser irradiation. ***Caries Res*** 1990; 24(2): 86-92.

Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of Scotchbond Multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1997; 111(5): 498-501.

Oltu U, Gurgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. ***J Oral Rehabil*** 2000; 27: 332-340.

Opinya GN, Pameijer CH. Tensile bond strength of fluorosed Kenyan teeth using the acid etch technique. ***Int Dent J*** 1986; 36(4): 225-229.

O'Reilly MM, Featherstone JD. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1987; 92(1): 33-40.

Osorio R, Toledano M, Garcia-Godoy F. Bracket bonding with 15- or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. ***Angle Orthod*** 1999; 69(1): 45-48.

Ozer T, Başaran G, Berk N. Laser etching of enamel for orthodontic bonding. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 2008; 134(2): 193-197.

Öztürk N, Usumez A, Ozturk B, Usumez S. Influence of different light sources on microleakage of class V composite resin restorations. ***J Oral Rehabil*** 2004; 31(5): 500-504.

Öztürk B, Malkoç S, Koyutürk AE, Catalbas B, Ozer F. Influence of different tooth types on the bond strength of two orthodontic adhesive systems. ***Eur J Orthod*** 2008; 30(4): 407-412.

Öztürk F, Babacan H, Nalçacı R, Kuştarıcı A. Effects of direct and indirect bonding techniques on bond strength and microleakage after thermocycling. ***Korean Journal Orthod*** 2009; 39(6): 393-401.

Öztürk F, Ersöz M, Öztürk SA, Hatunoğlu E, Malkoç S. Micro-CT evaluation of microleakage under orthodontic ceramic brackets bonded with different bonding techniques and adhesives. *Eur J Orthod* 2016; 38(2): 163-169.

Pakshir H, Ajami S. Effect of Enamel Preparation and Light Curing Methods on Microleakage under Orthodontic Brackets. *J Dent (Tehran)* 2015; 12(6): 436-446.

Paschos E, Kleinschrodt T, Clementino-Luedemann T, Huth KC, Hickel R, Kunzelmann KH, Rudzki-Janson I. Effect of different bonding agents on prevention of enamel demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135(5): 603-612.

Patusco VC, Montenegro G, Lenza MA, Alves de Carvalho A. Bond strength of metallic brackets after dental bleaching. *Angle Orthod* 2009; 79(1): 122-126.

Perdigão J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part I--microtensile bond strengths. *J Adhes Dent* 2006; 8(6): 367-373.

Peumans M, Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci* 2005; 113(6): 512-518.

Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthod* 2001; 71(2): 141-148.

Pinto CM, Ferreira JT, Matsumoto MA, Borsatto MC, Silva RA, Romano FL. Evaluation of different LED light-curing devices for bonding metallic orthodontic brackets. *Braz Dent J* 2011; 22(3): 249-253.

Pivetta MR, Moura SK, Barroso LP, Lascala AC, Reis A, Loguercio AD. Bond strength and etching pattern of adhesive systems to enamel: Effects of conditioning time and enamel preparation. *J Esthet Restor Dent* 2008; 20: 322-336.

Polat O, Karaman AI, Buyukyilmaz T. In vitro evaluation of shear bond strengths and in vivo analysis of bond survival of indirect-bonding resins. *Angle Orthod* 2004; 74(3): 405-409.

Powers JM, Finger WJ, Xie J. Bonding of composite resin to contaminated human enamel and dentin. *J Prosthodont* 1995; 4(1): 28-32.

Powers JM, Kim HB, Turner DS. Orthodontic adhesives and bond strength testing. *Semin Orthod* 1997; 3(3): 147-156.

Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am J Orthod* 1980; 77(3): 269-283.

Ramoglu SI, Uysal T, Ulker M, Ertas H. Microleakage under ceramic and metallic brackets bonded with resin-modified glass ionomer. *Angle Orthod* 2009; 79(1): 138-143.

Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111(4): 366-373.

Retief DH. Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil* 1974; 1(3): 265-284.

Retief DH. A comparative study of three etching solutions: effects on enamel surface and adhesive-enamel interface. *J Oral Rehabil* 1975; 2(1): 75-96.

Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975; 2: 171-178.

Rix D, Foley TF, Mamandras A. Comparison of bond strength of three adhesives: composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119(1): 36-42.

Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. "Fundamental Concepts of Enamel and Dentin Adhesion", Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, Fourth Edition, Eds. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ, *Mosby*, 2002, s.235-261.

Roberts-Harry DP. Laser etching of teeth for orthodontic bracket placement: a preliminary clinical study. *Lasers Surg Med* 1992; 12(5): 467-470.

Romano FL, Tavares SW, Nouer DF, Consani S, Borges de Araújo Magnani MB. Shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with Self-Etching Primer. *Angle Orthod* 2005; 75(5): 849-853.

Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015; 43(7): 765-776.

Ryu C, Namura Y, Tsuruoka T, Hama T, Kaji K, Shimizu N. The use of easily debondable orthodontic adhesives with ceramic brackets. *Dent Mater J* 2011; 30(5): 642-647.

Sadowsky PL, Retief DH, Cox PR, Hernández-Orsini R, Rape WG, Bradley EL. Effects of etchant concentration and duration on the retention of orthodontic brackets: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 98(5): 417-421.

Salama F, Alrejaye H, Aldosari M, Almosa N. Shear bond strength of new and rebonded orthodontic brackets to the enamel surfaces. *J Orthod Sci* 2018; 6(7): 12.

Santana FR, Pereira JC, Pereira CA, Fernandes Neto AJ, Soares CJ. Influence of method and period of storage on the microtensile bond strength of indirect composite resin restorations to dentine. *Braz Oral Res* 2008; 22(4): 352-357.

Scougall-Vilchis RJ, Ohashi S, Yamamoto K. Effects of 6 self-etching primers on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135(4): 424-425.

Scougall Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Yamamoto K. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different self-etching adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136(3): 425-430.

Shahabi M, Ahrari F, Mohamadipour H, Moosavi H. Microleakage and shear bond strength of orthodontic brackets bonded to hypomineralized enamel following different surface preparations. *J Clin Exp Dent* 2014; 1;6(2): 110-115.

Shapinko Y, Eleftheriadi I, Brosh T, Adler-Abramovich L, Davidovitch M, Sella-Tunis T, Sarig R, Shpack N. Evaluation of an Orthodontic Adhesive with Combined Primer and Composite. *Open Journal of Stomatology* 2018; 28(8): 205-216.



Sheen DH, Wang WN, Tarng TH. Bond strength of younger and older permanent teeth with various etching times. **Angle Orthod** 1993; 63(3): 225–230.

Silta YT, Dunn WJ, Peters CB. Effect of shorter polymerization times when using the latest generation of light-emitting diodes. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2005; 128(6): 744–748.

Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. **Caries Res** 1975; 9(5): 373-387.

Soares CJ, Celiberto L, Dechichi P, Fonseca RB, Martins LR. Marginal integrity and microleakage of direct and indirect composite inlays: SEM and stereomicroscopic evaluation. **Braz Oral Res** 2005; 19(4): 295-301.

Suma S, Anita G, Chandra Shekar BR, Kallury A. The effect of air abrasion on the retention of metallic brackets bonded to fluorosed enamel surface. **Indian J Dent Res** 2012; 23(2): 230-235.

Summers A, Kao E, Gilmore J, Gunel E, Ngan P. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive: an in vitro and in vivo study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2004; 126(2): 200-206.

Sun J, Eidelman N, Lin-Gibson S. 3D mapping of polymerization shrinkage using X-ray micro-computed tomography to predict microleakage. **Dent Mater** 2009; 25(3): 314-320.

Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. **Int J Oral Sci** 2009; 1(4): 177-188.

Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. **J Endod** 1987; 13(2): 56-59.

Swartz ML, Phillips RW, Clark HE. Long-term F release from glass ionomer cements. **J Dent Res** 1984; 63(2): 158-160.

Swift EJ Jr. Bonding systems for restorative materials--a comprehensive review. **Pediatr Dent** 1998; 20(2): 80-84.

Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dent Mater** 2001; 17(4): 296-308.

Tay FR, Pashley DH. Water treeing--a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. **Am J Dent** 2003; 16(1): 6-12.

Tayebi A, Fallahzadeh F, Morsaghian M. Shear bond strength of orthodontic metal brackets to aged composite using three primers. **J Clin Exp Dent** 2017; 1;9(6): 749-755.

Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. **J Dent** 1992; 20(1): 3-10.

Thomas RL, de Rijk WG, Evans CA. Tensile and shear stresses in the orthodontic attachment adhesive layer with 3D finite element analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1999; 116(5): 530-532.

- Thompson RE, Way DC. Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. *Am J Orthod* 1981; 79(3): 282-295.
- Tiritoglu M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. *Hacettepe Dis Hek Fak Derg* 1993; 17(1-4): 11-15.
- Tjan AH, Tan DE. Microleakage at gingival margins of Class V composite resin restorations rebonded with various low-viscosity resin systems. *Quintessence Int* 1991; 22(7): 565-573.
- Toroglu MS, Yaylali S. Effects of sandblasting and silica coating on the bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134(2): 181-187.
- Triolo PT Jr, Swift EJ Jr, Mudgil A, Levine A. Effects of etching time on enamel bond strengths. *Am J Dent* 1993; 6(6): 302-304.
- Trites B, Foley TF, Banting D. Bond strength comparison of 2 self-etching primers over a 3-month storage period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126(6): 709-716.
- Türker E, Ayna B. Diş hekimliğinde adeziv sistemler. *Atatürk Üni Diş Hek Derg* 2018; 26(1): 1-26.
- Türkün LS, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. *GÜ Dis Hek Fak Derg* 2004; 21(3): 243-151.
- Ulker M, Uysal T, Ramoglu SI, Ertas H. Microleakage under orthodontic brackets using high-intensity curing lights. *Angle Orthod* 2009; 79(1): 144-149.
- Urabe H, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. Combinations of etchants, composite resins, and bracket systems: an important choice in orthodontic bonding procedures. *Angle Orthod* 1999; 69(3): 267-275.
- Usumez S, Buyukyilmaz T, Karaman AI. Effect of Light-Emitting Diode on Bond Strength of Orthodontic Brackets. *Angle Orthod* 2004; 74(2): 259-263.
- Uysal T, Basciftci FA, Uşümez S, Sari Z, Buyukerkmen A. Can previously bleached teeth be bonded safely? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123(6): 628-632.
- Uysal T, Ulker M, Ramoglu SI, Ertas H. Microleakage under metallic and ceramic brackets bonded with orthodontic self-etching primer systems. *Angle Orthod* 2008; 78(6): 1089-1094.
- Uysal T, Ustdal A, Kurt G. Evaluation of shear bond strength of metallic and ceramic brackets bonded to enamel prepared with self-etching primer. *Eur J Orthod* 2010; 32(2): 214-248.
- Van der Vyver PJ, de Wet FA, Jansen van Rensburg JM. Bonding of composite resin using different enamel etchants. *J Dent Assoc S Afr* 1997; 52(3): 169-172.
- Van Dijken JW. Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-cariou lesions. *Dent Mater* 2000;16(4): 285-291.
- Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998; 26(1): 1-20. Review.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28(3): 215-235.

Van Meerbeek B, Kanumilli PV, De Munck J, VanLanduyt K, Lambrechts P, Peumans M. A randomized, controlled trial evaluating the three-year clinical effectiveness of two etch & rinse adhesives in cervical lesions. *Oper Dent* 2004; 29: 376-385.

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. *Dent Mater J* 2005; 24(1): 1-13.

Van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prah Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117(1): 20-26.

Viazis AD, Cavanaugh G, Bevis RR. Bond strength of ceramic brackets under shear stress: an in vitro report. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 98(3): 214-221.

Von Fraunhofer JA, Allen DJ, Orbell GM. Laser etching of enamel for direct bonding. *Angle Orthod* 1993; 63(1): 73-76.

Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent* 2014; 42(7): 800-807.

Wang WN, Lu TC. Bond strength with various etching times on young permanent teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 100(1): 72-79.

Wang WN, Tarnig TH. Evaluation of the sealant in orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 100(3): 209-211.

Webster MJ, Nanda RS, Duncanson MG Jr, Khajotia SS, Sinha PK. The effect of saliva on shear bond strengths of hydrophilic bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119: 54-58.

Weerasinghe DS, Nikaido T, Wettasinghe KA, Abayakoon JB, Tagami J. Micro-shear bond strength and morphological analysis of a self-etching primer adhesive system to fluorosed enamel. *J Dent* 2005; 33(5): 419-426.

Whittaker DK. Structural variations in the surface zone of human tooth enamel observed by scanning electron microscopy. *Arch Oral Biol* 1982; 27(5): 383-392.

Wigdor HA, Walsh JT Jr, Featherstone JD, Visuri SR, Fried D, Waldvogel JL. Lasers in dentistry. *Lasers Surg Med* 1995; 16(2): 103-133.

Wiltshire WA. Shear bond strengths of a glass ionomer for direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106(2): 127-130.

Xie J, Powers JM, McGuckin RS. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dent Mater* 1993; 9(5): 295-299.

Yagci A, Uysal T, Ulker M, Ramoglu SI. Microleakage under orthodontic brackets bonded with the custom base indirect bonding technique. *Eur J Orthod* 2010; 32(3): 259-263.

Yamada R, Hayakawa T, Kasai K. Effect of using self-etching primer for bonding orthodontic brackets. **Angle Orthod** 2002; 72(6): 558-564.

Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. **J Oral Sci** 2011; 53(3): 273-282.

Yavuz I, Aydın AH. New method for measurement of surface areas of microleakage at primary teeth by biomolecule characteristics of methylene blue. **Biotechnol & Biotechnol Eq** 2005; 19(1): 181-187.

Yavuz I, Aydın AH, Ulku R, Kaya S and Tumen C. A new method: measurement of microleakage volume using human, dog and bovine permanent teeth. **Electronic Journal of Biotechnol** 2006; (9): 8-17.

Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. **J Dent Res** 2000; 79(2): 709-714.

Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Yoshioka M, Snauwaert J, Abe Y, Lambrechts P, Vanherle G, Okazaki M. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. **J Dent Res** 2001; 80(6): 1565-1569.

Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J Dent Res** 2004; 83(6): 454-458.

Zachrisson BJ. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. **Am J Orthod** 1977; 71(2): 173-189.

Zachrisson BU, Büyükyılmaz T. Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain. **J Clin Orthod** 1993; 27(12): 661-675.

Zachrisson BU, Büyükyılmaz T. Bonding in orthodontics. In Graber T.M. and Vanarsdall R. L. Current principles and techniques. 5th ed. **St. Louis Mosby**, 2012, s.727-782.

Zeppieri IL, Chung CH, Mante FK. Effect of saliva on shear bond strength of an orthodontic adhesive used with moisture-insensitive and self-etching primers. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2003; 124(4): 414-419.

Zhu JJ, Tang AT, Matinlinna JP, Hägg U. Acid etching of human enamel in clinical applications: a systematic review. **J Prosthet Dent** 2014; 112(2): 122-135.

Zope A, Zope-Khalekar Y, Chitko SS, Kerudi VV, Patil HA, Bonde PV, Jaltare P, Dolas SG. Comparison of Self-Etch Primers with Conventional Acid Etching System on Orthodontic Brackets. **J Clin Diagn Res** 2016; 10(12): 19-22.

## 8. EKLER

## Ek.1



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik  
Kurulu



Sayı :60116787-020/81509  
Konu :Başvurunuz hk.

06/12/2017

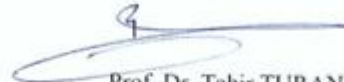
Sayın Yrd. Doç. Dr. Serpil ÇOKAKOĞLU

İlgi :29.11.2017 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "Ortodontik Metal ve Seramik Braketlerin Yapıştırılmasında Kullanılan Primersiz Tek Adımlık Sistemin Mikrosızıntı ve Bağlanma Dayanımlarının Farklı Adeziv Sistemleri ile In Vitro Olarak Karşılaştırılması" konulu çalışmanız 05.12.2017 tarih ve 16 sayılı kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra, söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

  
Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan

## 9. ÖZGEÇMİŞ

15.04.1984 tarihinde Elazığ'da dünyaya gelen Handan BAYAR BİLEN ilk öğrenimini Namık Kemal İlkokulu'nda, orta öğrenimini Mezre Ortaokulu'nda, lise öğrenimini ise Özel Bilgem Koleji'nde tamamlamıştır. Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ni 2007 yılında bitirmiştir. 2008-2014 yılları arasında Elazığ Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde diş hekimliği yapmıştır. Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'ndaki uzmanlık eğitimine 2014 yılı Eylül ayında başlamıştır.

