



T.C.

SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**KENDİNDEN ADEZİVLİ KOMPOZİT REZİNLERİN FARKLI
UNİVERSAL ADEZİV SİSTEMLERLE BİRLİKTE
UYGULANARAK MİKROGERİLİM BAĞLANTI
DAYANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Tuba CENGİZ

UZMANLIK TEZİ

SIVAS

2019



T.C.

SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**KENDİNDEN ADEZİVLİ KOMPOZİT REZİNLERİN FARKLI
UNİVERSAL ADEZİV SİSTEMLERLE BİRLİKTE
UYGULANARAK MİKROGERİLİM BAĞLANTI
DAYANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Tuba CENGİZ

UZMANLIK TEZİ




Doç. Dr. Murat ÜNAL

Danışman Öğretim Üyesi

SIVAS

2019

“Kendinden Adezivli Kompozit Rezinlerin Farklı Universal Adeziv Sistemlerle Birlikte Uygulanarak Mikrogerilim Bağlantı Dayanımlarının Değerlendirilmesi” adlı **Uzmanlık** Tezi, jürimiz tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalında **Uzmanlık** tezi olarak kabul edilmiştir.

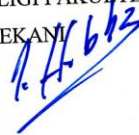
	AD SOYAD	İMZA
Başkan	Doç. Dr. Murat ÜNAL	
Üye	Doç. Dr. Fatih ÖZNRHAN	
Üye	Dr. Öğrt. Üyesi M. Sinan DOĞAN	

ONAY

Bu tez çalışması, 01/04/2019 tarihinde Fakülte Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İhsan Hubbezoğlu
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

DEKAN



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca, bilgi ve tecrübelerini her zaman benimle paylaşan ve zor durumlarımda yol gösterici olan, emeğini ve anlayışını eksik etmeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Murat ÜNAL'a,

Eğitimim boyunca ve tezimin tüm aşamalarında yol gösteren, bilimsel katkı ve tecrübesini esirgemeyen, değerli hocam Doç. Dr. Fatih ÖZNURHAN'a

Eğitimim süresince bilgi, tecrübe ve klinik deneyimlerinden yararlandığım, yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Arife KAPTAN'a,

Uzmanlık eğitimime başladığım ilk günden itibaren teorik ve pratik anlamda deneyim, sabır ve sevgisini benden esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Burak BULDUR'a

Çalışmamda sabır ve titizlikle bana yardımcı olan, her zaman fikirleri ile yol gösteren değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Ali ÖZER'e

Tez çalışmalarım sırasında yardımları ile bana destek olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ziynet ÇINAR'a

Tez çalışmalarım sırasında yardımları ve sevgileri ile bana destek veren, güzel bir çalışma dönemi geçirmemi sağlayan değerli çalışma arkadaşlarım Dt. Feride ŞAHİN, Dt. Cihan HASÇİZMECİ, Dt. Merve CANDAN, Dt. İrem İPEK, Dt. Serra KUTLU, Dt. Mevlüt KAYABAŞI, Dt. Çiğdem ÇUKURCU, Dt. Özge Nur GÜVENDİ, Dt. Elif TEKİN, Dt. Büşra KEŞKÜŞ, Dt. Esra OĞUZ ve Dt. İnci SÜLEYMANOĞLU'na

Hayatımın her döneminde destek ve sevgilerini eksik etmeyen ve bugünlere gelmemdeki en büyük pay sahibi olan canım aileme,

Teşekkürlerimi saygı ve sevgilerimle sunarım.

ÖZET

KENDİNDEN ADEZİVLİ KOMPOZİT REZİNLERİN FARKLI UNİVERSAL ADEZİV SİSTEMLERLE BİRLİKTE UYGULANARAK MİKROGERİLİM BAĞLANTI DAYANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Tuba CENGİZ

Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı

Sivas, 2019

Çalışmamızın amacı, iki farklı kendinden adezivli kompozitin beş farklı universal adeziv sistem ile uygulanarak daimi diş dentinine bağlanma dayanımlarının in-vitro olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada aynı renkte (A2) 2 farklı kendinden adezivli kompozit [Vertise™ Flow(VF), Fusio Liquid Dentin(FL)] ile 5 farklı universal bonding sistem (Clearfil Universal Bond, Single Bond Universal, All Bond Universal, Prime Bond Universal, Futurabond U) kullanıldı. Kendinden adezivli kompozitlerin direkt (kontrol grupları) ve beş farklı universal bond ile total-etch (TE) ve self-etch (SE) moduyla uygulandığı toplam 22 grup oluşturuldu. Toplam 48 adet çürüksüz insan molar dişi kullanılarak 240 adet mikrogerilim test çubuğu elde edildi. Her bir grubun örnek sayısı 10 olacak şekilde, universal test cihazında mikrogerilim test metodu ile incelenip, taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirildi. Ayrıca gruplardaki bağlantı ve kırıklar SEM görüntülemesi ile incelendi. Veriler varyans analizi ve Tukey HSD testi ile istatistiksel olarak analiz edildi.

Mikrogerilim testi sonucunda en yüksek bağlanma dayanımı VF grubunda Single Bond Universal adezivin total-etch modda kullanımında görülmüştür. En düşük bağlanma dayanımını ise FL kontrol grubunda göstermiştir. Kontrol grupları ile deney grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur($p<0.05$). Kontrol gruplarında VF değerleri, FL grubuna göre yüksek bulundu ve istatistiksel olarak önemli bulundu($p<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Kendinden Adezivli Kompozit, Universal Adeziv, Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testi, SEM.

ABSTRACT**MICROTENSİLE BOND STRENGTHS OF SELF-ADHESİVE COMPOSİTES APPLIED WITH UNİVERSAL ADHESİVE SYSTEMS****Dt. Tuba CENGİZ****Department of Pediatric Dentistry****Sivas, 2019**

The aim of our study is to evaluate the dentine bonding strengths in vitro by applying two different self-adhesive composites with five different universal adhesive systems.

In the study, 2 different self-adhesive composites [Vertise™ Flow(VF), Fusio Liquid Dentin(FL)] with the same color (A2) and 5 different universal bonding systems (Clear Bond Universal Bond, Single Bond Universal, All Bond Universal, Prime Bond Universal, Futurabond U) were used. A total of 22 groups were created in which self-adhesive composites were applied directly (control groups) and five different universal bond with total-etch and self-etch mode. A total of 48 human molar teeth were used for a total of 240 micro-tension test strips. The sample number of each group was determined as 10 and the samples were examined by microstring test method in universal test device and evaluated with scanning electron microscope (SEM). In addition, the connections and fractures in the groups were examined by SEM imaging. The data were analyzed statistically by variance analysis and Tukey HSD test.

As a result of the micro-tension test, the highest bond strength was seen in the use of Single Bond Universal adhesive in the VF group in total-etch mode. The

lowest bond strength was shown by the group in which the FL control group was applied without bonding. The difference between the control groups and the experimental groups was statistically significant ($p < 0.05$). VF values in control groups were higher than FL group and statistically significant ($p < 0.05$).

Key words: Self-adhesive composites, Universal Adhesive Systems, Micro-tensile bond strength, SEM.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER.....	xiv
TABLolar	xvi
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Adezyon.....	3
2.2. Mine Dokusuna Adezyon	4
2.3. Dentin Dokusuna Adezyon.....	4
2.4. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması	5
2.4.1. Adeziv Sistemlerin Nesillere Göre Sınıflandırılması	5
2.4.2. Adeziv Sistemlerin Smear Tabakası ile Etkileşimlerine Göre Sınıflandırılması.....	7
2.4.3. Adeziv Sistemlerin Klinik Uygulamalara Göre Sınıflandırılması	8
2.5. Universal Adezivler	11
2.5.1. Universal Adeziv Materyallerle İlgili Çalışmalar	13
2.6. Kompozit Rezinler	18
2.6.1 Kompozit Rezinlerin Yapısı.....	18
2.6.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	20
2.6.3. Kendinden Adezivli (Self-Adeziv) Akışkan Kompozitler.....	24
2.7. Yaşlandırma Yöntemleri	26
2.7.1. Termal Siklus İle Yaşlandırma Yöntemi	26
2.7.2. Suda Bekletme İle Yaşlandırma	27

2.7.3. Okluzal Yükleme İle Yaşlandırma	27
2.7.4. NaOCI Solüsyonunda Bekletme İle Yaşlandırma.....	27
2.7.5. Çiğneme Simülatörü İle Yaşlandırma Yöntemi	28
2.7.6. pH Siklus İle Yaşlandırma	28
2.7.7. Enzim İle Yaşlandırma	28
2.8. Bağlanma Dayanımı Testleri	28
2.8.1. Mikromakaslama Bağlantı Testi	29
2.8.2. Mikrogerilim Bağlantı Testi.....	30
2.9. Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope-SEM)	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	32
3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması	32
3.2. Materyal Seçimi	32
3.3. Örneklerin Hazırlanması	35
3.4. Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Örneklerinin Hazırlanması	38
3.5. Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testinin Yapılması.....	40
3.6. Kırılma Analizi	40
3.8. İstatistiksel Analiz.....	43
4. BULGULAR	44
4.1. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Bulguları	44
4.2. Kopma Tiplerine Ait Stereomikroskop Bulguları	47
4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntülemesi	50
5. TARTIŞMA.....	63
5.1. Test Metodolojisinin Değerlendirilmesi.....	63
5.2. Kendinden Adezivli Kompozitlerin ve Universal Sistemlerin Dentindeki Bağlanma Etkinliğinin Değerlendirilmesi.....	68
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	80

7. KAYNAKLAR.....	82
8. ÖZGEÇMİŞ.....	100



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

4-META	4-metakrilo oksietil trimellitik asid
°C	Santigrat derece
Al	Alüminyum
Au	Altın
B	Bor
Ba	Baryum
Bis-DMA	Bisfenol A dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol A Glisidil Metakrilat
Ca ⁺	Kalsiyum
cm H ₂ O	Santimetre su
dk	Dakika
EGDMA	Etilen glikol dimetakrilat
GPDM	Gliserofosfatdimetakrilat
HEMA	2-Hidroksietil Metakrilat
LED	Light Emitting Diode
Li	Lityum
MDP	Metakriloloksidesil Dihidrojen Fosfat
mm	Milimetre
mm ²	Milimetrekare
MMA	Metil metakrilat
mmHg	Milimetre cıva

MPa	Megapaskal
NaOCl	Sodyum hipoklorit
nm	Nanometre
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu negatif logaritması
PO ₄	Fosfat grupları
Pt-Pd	Platin-palladyum
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SE	Self-etch
sn	Saniye
TE	Total-etch
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Uretan dimetakrilat
µm	Mikrometre
Y	Yitriyum
Zn	Çinko
Zr	Zirkonyum

ŞEKİLLER

Şekil 3.1. Çalışmamızda kullanılan adeziv sistemler ve restoratif materyaller	33
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan ışık cihazı	33
Şekil 3.3. Örneklerin hazırlanması	35
Şekil 3.4. Termosiklus cihazı	38
Şekil 3.5. Hassas kesme cihazı.....	39
Şekil 3.6. Mikrogerilim bağlanma dayanımı test örnekleri	39
Şekil 3.7. Mikrogerilim cihazına bağlanmış test örneği	40
Şekil 3.8. Stereomikroskop	41
Şekil 3.9. Altın kaplama cihazı	42
Şekil 3.10. SEM cihazı	42
Şekil 4.1. Kompozitte koheziv kopma tipi.....	48
Şekil 4.2. Adeziv kopma tipi.....	48
Şekil 4.3. Miks kopma tipi	48
Şekil 4.4. Vertise Flow kompozitine ait kopma tiplerinin yüzdesel dağılımı.....	49
Şekil 4.5. Fusio Liquid Dentin kompozitine ait kopma tiplerinin yüzdesel dağılımı.....	49
Şekil 4.6. Kontrol gruplarına ait taramalı elektron mikroskobu görüntüleri a) Vertise™ Flow, b) Fusio Liquid Dentin	51
Şekil 4.7. Clearfil Universal Quick adezivinın Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	52
Şekil 4.8. Clearfil Universal Quick adezivinın Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	53
Şekil 4.9. Single Bond Universal adezivinın Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	54
Şekil 4.10. Single Bond Universal adezivinın Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	55
Şekil 4.11. Allbond Universal adezivinın Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch.....	56
Şekil 4.12. Allbond Universal adezivinın Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	57

Şekil 4.13. Prime Bond Universal adezivinin Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	58
Şekil 4.14. Prime Bond Universal adezivinin Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	59
Şekil 4.15. Futura Bond Universal adezivinin Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	60
Şekil 4.16. Futura Bond Universal adezivinin Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch	61
Şekil 4.17. Kopma tiplerine ait SEM incelemesi a) adeziv tip kopma b) koheziv tip kopma c) miks tip kopma	62



TABLolar

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri.....	34
Tablo 3.2. Çalışma Grupları	37
Tablo 4.1. Gruplara Ait Bağlanma Dayanımı Ortalama Değerleri (MPa) ve Standart Sapma Değerleri	45
Tablo 4.2. Gruplara ait başarısızlık tiplerinin sayısal ve yüzdesel dağılımı.....	50



1.GİRİŞ

Dental adeziv sistemler; diş sert dokularına mikromekanik bağlanma sağlayarak, kompozit rezinler ile diş dokuları arasında bağlantı oluşturmaktadır ve adezyon stratejilerine göre; asitlenen ve yıkanan (total-etch, etch&rinse) adezivler, kendinden asitli (self-etch) adezivler ve cam iyonomer adezivler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (1, 2).

Günümüz adeziv sistemleri incelendiğinde, kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla hem self-etch teknik hem de total-etch teknikle ve aynı zamanda selektif asitleme ile birlikte kullanılabilen yeni adeziv sistemler geliştirilmiştir. Bu tip adezivler farklı adezyon stratejilerinde uygulanabildikleri için “multi-mode”, “çok amaçlı” veya “universal” adeziv sistemler olarak adlandırılmaktadır. Universal adezivlerde, bir basamaklı self-etch adeziv sistemlerde olduğu gibi, hidrofilik ve hidrofobik tüm bileşenler tek bir şişe içerisinde birleştirilmiştir. Universal adezivlerin total-etch veya self-etch teknikle kullanımına göre mine ve dentindeki bağlanma dayanımı değerlerinin farklı olduğu çalışmalarda rapor edilmiştir (3, 4). Yapılan araştırmalarda, universal adezivlerin minede total-etch modunda, dentinde ise self-etch modunda kullanıldıklarında bağlanma etkinliklerinin daha iyi olduğu bildirilmiştir (3, 5, 6).

Adeziv diş hekimliğinde, son yıllarda en dikkat çekici konunun kendi kendine diş dokusuna bağlanabilen kompozitlerin geliştirilmesi olduğu öne sürülmektedir. Bu kompozitler; içerisine all-in-one adeziv rezin ilave edilmiş akışkan kompozitlerdir. Kaviteye herhangi başka bir adeziv sistem uygulaması gerekmeden direkt olarak uygulanabilen restoratif materyallerdir. Diş hekimliğinde çocuk hastaların uyumunun, tedavi süresinin uzamasıyla beraber zayıfladığı göz önünde bulundurulduğunda bu adeziv uygulamasına gereksinim olmayan materyallerin kullanımı avantajlı olarak görülebilir. Bu kompozitlerde hem mineyi hem de dentini asitleyebilen asidik monomerler olan gliserofosfatdimetakrilat (GPDM) kullanılmıştır (7). Kullanılan bir diğer fonksiyonel monomer dentinin ıslanabilirliğini artıran ve rezin penetrasyonundan sorumlu 2-Hidroksietil Metakrilat (HEMA) monomeridir. Kendinden adezivli kompozitlerin iki yolla diş dokularına bağlanabildiği bilinmektedir. Birinci yol, asidik monomer GPDM’in fosfat grubuyla

dişin kalsiyum iyonları arasında kimyasal bağlantı oluşması iken; ikinci yolda ise kollojen fibriller ile kompozit içerisindeki polimerize monomerler arasında mikromekanik bağlantı gerçekleşir (8).

Universal adeziv sistemler ve kendinden adezivli kompozitlerle ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır (3, 5, 9-15). Literatür araştırması yapıldığında, kendinden adezivli kompozitlerin universal adeziv sistemlerle birlikte kullanıldığı herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda, biz de çalışmamızda 2 farklı kendinden adezivli kompozit rezinin, yeni geliştirilen 5 farklı universal adeziv sistemle daimi diş dentinine bağlantılarının, mikrogerilim bağlanma dayanımı testiyle karşılaştırılmasını ve rezin-dentin arayüz bağlantılarının taramalı elektron mikroskopuyla ile görüntülenmesini amaçladık.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Adezyon

Adezyon (bağlanma) köken olarak latinedeki “adhare” kelimesinden gelmektedir. Terminolojide adezyon ya da bağlanma iki farklı maddenin birbirine yapışmasıdır. Bağlanan madde ya da yüzey “adherend”, bağlanmayı sağlayan madde ise “adeziv” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre bağlayıcı sistemler adeziv, diş sert dokuları ise aderenttir. Adezyonun sağlanabilmesi adeziv ve aderent arasında tam bir temas ve buna bağlı olarak çekim elde edilmesi ile gerçekleşir (16). Bağlanma üç farklı mekanizma ile gerçekleşir:

- a) Fiziksel bağlanma; hidrojen bağları, van der waals kuvvetleri veya diğer elektrostatik etkileşimler gibi sekonder kuvvetlerle farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında oluşan oldukça zayıf bir bağlanma türüdür.
- b) Kimyasal bağlanma; farklı yapıdaki atom yüzeyleri arasında oluşan bağlanmadır. İyonik, kovalent, metalik bağlar gibi primer kimyasal bağların etkisi ile oluşur.
- c) Mekaniksel bağlanma ise; girintili çıkıntılı yüzeyler arasındaki güçlü kilitlenme olarak tanımlanır. Diş hekimliğinde bağlanma büyük ölçüde mekanik bir kilitlenme ile gerçekleşir (17).

Diş hekimliğinde kullanılan rezin materyallerin diş yapılarına adezyonu dört mekanizma ile sağlanır. Bunlar mekanik, difüzyon, adsorpsiyon ve bu üç mekanizmanın kombinasyonudur. Mekanik olarak bağlanma, rezinin penetrasyonu ve diş yüzeyinde rezin uzantıların oluşumudur. Difüzyonda, rezin monomerlerin mekanik ya da kimyasal olarak bağlanabileceği diş yüzeylerine materyallerin çökmesi söz konusudur. Diş yapısının inorganik bileşeni olan hidroksiapatite ve organik bileşeni olan Tip I kollajene kimyasal bağlanma ise adsorpsiyon olarak ifade edilir. Bu üç mekanizmanın kombinasyonu da rezinlerin diş yapılarına bağlanmasında dördüncü mekanizmayı meydana getirir (18).

2.2. Mine Dokusuna Adezyon

Mine dokusu ağırlıkça %95 inorganik, %4 organik, %1 su; hacimce ise %86 inorganik, %2 organik, %12 su içeriğinden oluşur. Mine dokusu bu özellikler itibariyle dentinden daha fazla inorganik madde içerir ve yüksek yüzey enerjisine sahiptir. Bu sebeple hidrofobik adezivlerin bağlanmasına daha elverişlidir (19). Bu yüksek mineralize substrata adezyon, mineye asitleme yapılarak, bağlanma yüzey alanının genişletilmesi ile sağlanır (20, 21). Buonocore 1955 yılında yapmış olduğu çalışmada, bu amaçla diş dokularına farklı konsantrasyonlarda fosforik asit uygulamış ve sonuç olarak, özellikle çürükten etkilenmiş dokularda yeterli demineralizasyonun sağlanması için ideal fosforik asit konsantrasyonunun %32-35 olduğunu bildirmiştir (22, 23). Mine dokusuna asit uygulandıktan sonra mine yüzeyinin ortalama 10µm'lik kısmı ortadan kalkar ve derinliği 5 -50 µm arasında değişen pürüzlendirilmiş bir alan oluşur. Sonuç olarak minenin ıslanabilirliği, yüzey enerjisi ve bağlanma alanı artar. Bu sayede, rezin esaslı adeziv materyaller için ideal bir bağlanma yüzeyi oluşur. Uygulanan adeziv rezin mine yüzeyindeki bu mikro pürüzlere girerek polimerize olur ve böylece adeziv ile mine yüzeyi arasında mikromekanik bağlanma gerçekleşir (24).

2.3. Dentin Dokusuna Adezyon

Dentinin kimyasal yapısı ağırlıkça %70 inorganik, %18 organik ve %12 su; hacimce %50 inorganik, %25 organik, %25 su içerir. İnorganik yapının da büyük bölümünü hidroksiapatit kristalleri oluşturur (25). Dentin mineye göre daha nemli ve mine kadar sert olmamakla birlikte moleküller arası kuvvetleri ve yüzey enerjisi de daha düşüktür (26). Dentin içerisinde içi sıvı dolu çok sayıda tübül vardır. Tübüller iyi mineralize olmuş peritübüler dentinle sarılmıştır. Tübüller arasında mineralizasyonları peritübüler dentinden daha az olan intertübüler dentin bulunur. Hücre gövdeleri pulpa odası çeperine sıralanmış olan odontoblastların protoplazmik uzantıları ve dentin lenfi ile dolu olan tübüller, pulpadan başlayıp dentin içerisinden geçerek mine dentin sınırına ulaşırlar. Tübüller içerisindeki sıvı yaklaşık 25-30 mmHg (34-40 cm H₂O)'lık intrapulpal basınç ile pulpadan dış yüzeye doğru itilir. Bu nedenle dentin dokusu kurutulsa bile tekrar nemli hale gelmektedir. Dentin tübüllerinin yoğunluğu dentin derinliğine göre değişmektedir (27). Adeziv

sistemlerin güçlü bağlandığı intertübüler dentinin derin dentinde daha az bulunması adeziv sistemlerin bağlanma dayanımını azaltmaktadır (16). Kavite preperasyonu sırasında dişin en üst tabakasında değişiklikler meydana gelir. Diş yüzeyi 1.0 µm kalınlığındaki debrisle kaplanır ve buna smear tabakası adı verilir (28). Dentine bağlanmada ilk aşama dentin yüzeyini ve tübüllerini demineralize edip kollajen yapının ortaya çıkmasını sağlamaktır. Dentin-adeziv sistemlerde genellikle, smear tabakasının uzaklaşmasını sağlayan ve intertübüler dentini kısmi olarak demineralize edebilen bir asit uygulaması yer almaktadır. Asit uygulaması sonrası, dentindeki kollajen fibrillerin açığa çıkmasıyla adeziv rezinin dentin kanallarının içine doğru olan infiltrasyonu kolaylaşır (29, 30). Dentin kanallarının içerisine uzanan rezin uzantıları bağlanmanın bir kısmından sorumlu olsa da esas olarak bağlanma dayanıklılığı adeziv rezinin demineralize intertübüler alana ve açığa çıkmış kollajen lifleri arasına penetrasyonu ve adaptasyonu ile sağlanır. Dentin yüzeyi demineralize olduktan sonra düşük viskoziteli monomerlerin kollajen fibril ağı içerisinde erimiş hidroksiapatitlerin oluşturdukları nano boşluklara penetre olmaları ve kollajenlerin etrafını sarmalarıyla oluşan rezinle güçlendirilmiş, aside dirençli tabakaya “*hibrit tabakası*” oluşum sürecine de “*hibridizasyon*” adı verilir (31).

2.4. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması

2.4.1. Adeziv Sistemlerin Nesillere Göre Sınıflandırılması

Birinci Nesil: 1970’lerin sonunda geliştirilmiş olan, bağlanma mekanizması rezin uzantılarının dentin kanallarına derin penetrasyonu esasına dayanan sistemlerdir. Bağlanma dayanımları 2-3 MPa’ dır (32).

İkinci Nesil: 1980’lerin başında geliştirilen bu sistemde bağlanma, adeziv rezinde bulunan negatif yüklü fosfat grupları (PO₄) ile smear tabakasında bulunan pozitif yüklü kalsiyum (Ca⁺) iyonları arasındaki iyonik bağlar ile olmaktadır (32).

Üçüncü Nesil: 1984 yılında geliştirilen bu sistemlerde dentinin asitle pürüzlendirilmesi sonucu smear tabakası modifiye edilmiş veya tamamen kaldırılmıştır. İntertübüler, intratübüler ve peritübüler dentinin ilk 1-5 µm’ sine

mikromekanik bağlanma gerçekleşmektedir. Bağlanma dayanımı 14-20 MPa'dır (32).

Dördüncü Nesil: 1990' ların başlarında geliştirilmiş olup smear tabakasının tamamen kaldırılması dördüncü nesil adeziv sistemlerle başarılmıştır. Üç aşamalı olarak uygulanan bu sistemde önce mine ve dentine %32-37'lik fosforik asit uygulanmakta, ardından düşük molekül ağırlığındaki primer kullanılmakta, en son düşük viskoziteye sahip, dolduruculu ya da doldurucusuz bir bonding rezin uygulanmaktadır. Bağlanma dayanımları 17-26 MPa'dır (33).

Beşinci Nesil: Bu nesil, dördüncü nesilin zaman alan ve dikkatli uygulama gerektiren üç aşamalı sistemini pratikleştirmeyi hedefleyen; primer ve bonding ajanlarının birleştirilerek aşama sayısının düşürüldüğü "tek şişe adezivler" olarak bilinir. Beşinci nesil sistemler hibrit tabaka ve rezin uzantıları oluşturarak bağlanma sağlar. Ayrıca hem mine hem de dentinde yüksek bağlanma dayanıklılığı oluştururlar. Makaslama bağlanma dayanımları 14-28 MPa arasında bulunmuştur (34). Bu kuşakta yer alan aseton esaslı hidrofilik primer içeren adeziv sistemlerin nemli dentin dokusu ile kuru dentine oranla daha güçlü bir bağlanma oluşturduğu bulunmuş ve 1991'de Kanca tarafından Wet bonding (nemli bağlanma) kavramı ortaya atılmıştır. Nemin kollajen liflerin asit uygulandıktan sonra artan elastisite modül değerini düşürerek onlara esneklik kazandırdığı, kollajen liflere destek olduğu, lifler arasındaki boşlukları genişlettiği ve monomer infiltrasyonunu kolaylaştırdığı görülmüştür. Demineralize dentinin aşırı biçimde kurutulmasının ise kollajene destek veren suyun buharlaşmasına ve monomer penetrasyonunun sınırlandırılmasına neden olduğu saptanmıştır (35). Nemli dentin yüzeyine uygulanan adeziv sistemdeki çözücüler kollajen fibriller arasındaki suyun HEMA gibi hidrofilik monomerlerle yer değiştirmesini sağlar ve bu çözücüler havayla kurutma esnasında su ile beraber uzaklaşırken, kollajen fibrillerin absorbe ettiği monomerler bonding rezinle birleşir (36).

Altıncı Nesil: 2000 yılında geliştirilmiş olup, asit ve primer basamaklarını birleştirilerek "self etching primer" olarak adlandırılmışlardır. Uygulama zamanı azaltılmış, asidin yıkanması ve kurutulması sırasında oluşabilecek teknik hassasiyet

ortadan kaldırılmış, ayrıca total-etch sistemlere göre post operatif hassasiyet azaltılmıştır. Makaslama bağlanma dayanımları 20-35 MPa'dır (37).

Yedinci Nesil: 2002'nin sonlarında üretilmiştir. Altıncı kuşak bonding ajanlardan farklı olarak dezenfeksiyon ve desensitizasyon sağlamaktadır. Bu etkiyi yapısında bulunan Gluma (gluteraldehit) sayesinde göstermektedir (38). Bu sistemde asit, primer, adeziv tek bir şişe içinde bulunmaktadır. Yedinci kuşak sistemlerde makaslama bağlanma dayanımının 16-20 MPa olduğu belirtilmiş ve dentine bağlanma değerleri açısından self etching primer sistemlerle arasında istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır. Mineye bağlanma dayanımları da dentine oranla daha düşüktür (39).

2.4.2. Adeziv Sistemlerin Smear Tabakası ile Etkileşimlerine Göre Sınıflandırılması

Adeziv sistemler, smear tabakasının kaldırılmaması ve kaldırılması/modifiye edilmesi kriterine göre sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırmada farklı görüşler öne sürülmüştür. Adeziv sistemlerin erken dönemlerinde; smear tabakasının bir bariyer görevi görerek dentinin geçirgenliğini %86 oranında azalttığı, pulpayı mikroorganizma ve ürünlerinden koruduğu ileri sürülmüştür. Birinci ve ikinci nesil adezivlerdeki bu uygulama daha sonra yapılan çalışmalarda yeterli bağlanma dayanıklılığını sağlayamamıştır. Günümüzde hala kullanılan ve yeterli bağlanma dayanımı gösteren adeziv sistemler smear tabakasını kaldırmakta/modifiye etmektedir (40). Smear tabakasını tamamen ortadan kaldıran sistemler (total-etch sistem), asitle pürüzlendirme basamağında smear tabakasını tamamen kaldırarak hibrit tabakası oluşturma esasına dayanmaktadır. Ancak bu durum açılan dentin tübüllerinden pulpaya asitin, mikroorganizma ve toksik ürünlerinin geçişine neden olarak pulpada toksik etkilere sebep olabilmekte, geçiş olmasa da hidrodinamik hareketlilik nedeniyle post-operatif hassasiyet ile sonuçlanabilmektedir. Smear tabakasını modifiye eden sistemlerde ise (self-etch sistem), zayıf asit + primer uygulaması ile smear tabakası kısmen uzaklaştırılarak hibrit tabakasına dahil edilmektedir (16).

2.4.3. Adeziv Sistemlerin Klinik Uygulamalara Göre Sınıflandırılması

Günümüzde daha çok adezyon yöntemlerine göre olan sınıflama kullanılmaktadır. Modern adeziv sistemleri üç şekilde sınıflandırmak mümkündür (41):

a) Asitlenen ve Yıkanan Adezivler (total-etch, etch&rinse):

-Üç basamaklı total-etch sistemler (multi-step)

- İki basamaklı total-etch sistemler (tek şişe sistemler)

b) Kendinden Asitli Adezivler (self-etch):

- İki basamaklı self-etch sistemler (self-etching primer)

-Tek basamaklı self-etch sistemler (all-in-one, self-etching adeziv)

c) Cam iyonomer adezivler:

Asitlenen ve Yıkanan Adezivler (Total-etch, etch&rinse)

Bu adezivler asitleme basamağı olan ve sonrasında yıkama işlemi gerektiren sistemlerdir. Asitlenen ve yıkanan adezivler de kendi arasında ikiye ayrılır. Üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler; asitleme, primer ve adeziv rezin uygulama olmak üzere üç ayrı uygulama basamağı içerir. İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerde, asitleme sonrası primer ve adeziv rezin tek şişede birleştirilerek uygulama basamağı ikiye indirilmiştir (42). İki ve üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerin her ikisinde de bağlanma mekanizması aynıdır. Asitleme basamağında hem mine hem de dentine %30-40'lık fosforik asit uygulanır. Minede asitleme ile hidroksiapatit kristalleri çözünür, oluşan mikro boşluklara adeziv rezinin infiltre olması sonucu rezin uzantıları meydana gelir (43). Dentinde asitleme işlemi ile de smear tabakası tamamen ortadan kaldırılır. Dentin 3-5 µm derinliğinde demineralize olur. Hidroksiapatitten yoksun mikroporöz bir kollajen ağı açığa çıkar. Resin monomerler açığa çıkan bu kollajen fibril ağna infiltre olurlar, polimerizasyonları sonucu da hibrit tabaka oluşur ve hibridizasyon gerçekleşir (44).

Asitlenmiş dentine primer uygulaması, açığa çıkmış kollajen ağının ıslanabilirliğinin arttırılmasını, fazla suyun uzaklaştırılmasını, büzülmüş kollajen ağının genişletilmesini ve dentin yüzey enerjisinin arttırılmasını sağlar. Aynı zamanda hidrofilik dentin ile hidrofobik rezinden oluşan iki farklı kimyasal yapıyı birbiriyle uyumlu hale getirir. Böylece adeziv rezin infiltrasyonu için dentin yüzeyi daha uygun hale getirilmiş olur (2). Primer solüsyon içerisinde hidrofilik özelliklere sahip spesifik monomerler, organik bir çözücü içerisinde çözülmüş halde bulunurlar. HEMA, primer solüsyonlarına eklenen önemli monomerlerden birisidir. HEMA, düşük molekül ağırlığı ve hidrofilik özelliğinden dolayı kollojen ağına rezin infiltrasyonunu kolaylaştırarak adeziv rezinin bağlanma dayanımını arttırır (42, 45).

İyi bir bağlanma için, asitlenen yıkanan adezivlerde minenin kuru olması tercih edilir. Dentinde ise kollajen ağda çökmenin engellenmesi için, fibriller arasında bir miktar su bırakılması önerilir. Kollajen ağda çökme, rezin monomerlerin yetersiz infiltrasyonuna sebep olmakta ve bu durum teknik hassasiyet gerektirmektedir. Bu nedenle kullanılan adeziv sistemdeki primere ve içindeki çözücüye bağlı olarak değişen iki yaklaşım vardır. Birincisi, dentinin asitleme işleminden sonra tamamen kurutulması ve sonrasında büzüşen kollajen ağının tekrardan genişlemesini sağlayacak su esaslı bir primer uygulamasıdır. Bu uygulamaya “*kuru bağlanma*” tekniği adı verilir. İkinci yaklaşımda ise, kollajenin büzülmemesi için dentin bir miktar nemli bırakılır ve su ile yer değiştirip suyu uzaklaştırma kapasitesi olan aseton esaslı bir primer uygulanır. Bu yaklaşım da “*nemli bağlanma*” tekniği olarak adlandırılır (42).

Asitlenen ve yıkanan adezivler, mine ve dentinde yüksek bağlanma dayanımı göstermişlerdir. Uygulama basamağının fazla olması, klinik uygulama süresinin uzun olması ve daha fazla teknik hassasiyet gerektirmesi gibi dezavantajları olmasına rağmen üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adezivler altın standart olarak kabul edilmektedir (42, 45).

Kendinden Asitli Adezivler (Self-Etch Adezivler)

Ayrı bir asitleme ve yıkama basamağı gerektirmeyen adeziv sistemlerdir. Asitleme ve primer uygulama basamakları mine ve dentinde aynı anda uygulanır. Kendinden asitli adezivler, uygulama basamaklarına ve asiditelerine göre sınıflandırılırlar.

Uygulama basamaklarına göre bir ve iki basamaklı kendinden asitli adezivler olmak üzere iki gruba ayrılırlar (46, 47). İki basamaklı kendinden asitli adezivlerde ilk basamak asidik primer solüsyonundan, ikinci basamak adeziv rezinden oluşmaktadır. Bir basamaklı kendinden asitli adezivlerde asit, primer ve adeziv rezin bir şişe içerisinde kombine edilmiştir. Bu adezivler “*all-in-one*” diye de adlandırılır (48). Asiditesine göre kendinden asitli adezivler üç gruba ayrılırlar; pH değeri 2 veya daha fazla olanlar “zayıf asidik”, pH değeri 1,5 civarında olanlar “orta kuvvetli asidik”, pH değeri 1 veya daha düşük olanlar ise “kuvvetli asidik” olarak tanımlanır. Son yıllarda geliştirilen ve pH’ı daha yüksek olan (pH= 2.7) adezivler ise bu grupların dışında kaldığından dolayı “çok hafif asidik adezivler” olarak dördüncü grubu oluşturmaktadır (42, 48).

Bir basamaklı kendinden asitli adezivler, klinik kullanım kolaylığı açısından tercih edilen adezivlerdir. Bununla birlikte, iki basamaklı kendinden asitli adezivler ve asitlenen yıkanan adezivler ile karşılaştırıldığında bir basamaklı kendinden asitli adezivler hem mine hem dentinde en az bağlanma dayanımı gösteren adezivlerdir (49). Asitlenen ve yıkanan adezivler ile karşılaştırıldığında kendinden asitli adezivlerin birçok avantajı vardır. Asitleme ve yıkama fazının olmaması uygulama süresini kısaltır. Asitleme, yıkama ve kurutma basamakları teknik hassasiyet gerektiren, standardize edilmesi zor aşamalardır. Kendinden asitli adezivler bu basamakları içermediği için bu konudaki teknik hassasiyet giderilmiştir. Smear tabakası ve tıkaçları kendinden asitli adezivler ile uzaklaştırılmadığı için dentin kanallarından gelen sıvı ile bölgenin ıslanması engellenmiş olur. Böylelikle sıvı kontaminasyonu sonucunda oluşan postoperatif hassasiyetin de azaldığı rapor edilmiştir (50).

Cam İyonomer Adezivler

Cam iyonomerler herhangi bir yüzey uygulaması gerektirmeden diş dokularına kendiliğinden bağlanabilen materyallerdir. Cam iyonomerlerin bağlanma mekanizması, kendinden asitli adezivler gibi mine ve dentinde sınırlı bir demineralizasyon ve rezin infiltrasyonuna dayanır. Hem mekanik bağlanma hem de polialkenoik asit ile hidroksiapatit arasında kimyasal bağlanma meydana gelir (51).

2.5. Universal Adezivler

Günümüzde kullanılan adezivler sistemlerle, klinik uygulama kolaylığı sağlamanın yanında uzun dönem bağlanma performansında da başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Kendinden asitli adezivler teknik hassasiyet gerektiren asitleme, yıkama, kurutma basamaklarını ortadan kaldırarak klinik uygulama süresini kısaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Kimyasal bağlanma özelliğinden dolayı bir basamaklı self-etch adezivlerin dentine bağlanması iyiyken; minede aynı başarılı sonuçlar elde edilememiştir (52-54). Bir basamaklı kendinden asitli adezivlerin mineye bağlanmasını arttırmak için selektif asitleme uygulaması önerilmektedir. Ancak, selektif asitleme sırasında dentinin de asitlenmesi bağlanma dayanımını olumsuz etkileyen bir risk faktörüdür (1, 2).

Günümüz diş hekimliğinde bu uygulama zorluklarını elimine etmek ve bir adezivi bütün adeziv uygulama stratejileri ile kullanabilmek amacıyla “universal”, “multi-mode” veya “çok amaçlı” adezivler olarak adlandırılan yeni adeziv sistemler üretici firmalar tarafından geliştirilmiştir. Universal adezivler bir basamaklı kendinden asitli adezivler gibi, bütün adeziv içeriklerinin tek şişe içerisinde birleştirildiği adezivlerdir. Bu adezivler, hem self-etch modda hem total-etch modda hem de selektif asitleme ile birlikte kullanılabilir. Farklı uygulama modlarında kullanılabilirlikleri için bu yeni adezivler universal olarak isimlendirilmiştir (10). Böylece hekimin kavite ve uygulayacağı restorasyona en uygun olan adeziv tekniği seçmesine imkan sağlanmış, geleneksel adeziv sistemlerin nemli dentin dokusuna bağlanması sırasındaki teknik hassasiyet gibi dezavantajların ortadan kaldırılması amaçlanmıştır (55).

Universal adeziv sistemler; mine dokusunda total-etch, dentin dokusunda ise basitleştirilmiş self-etch adeziv uygulaması ile gerçekleşen kimyasal bağlanmanın avantajlarını bir arada sağlamaktadır. Total-etch adeziv sistemlerin dentinin nemli ve heterojen yapısına bağlanması sırasında teknik hassasiyet sebebiyle problemler yaşanmakta, resin monomer demineralizasyon derinliğinin tamamına penetre olamamaktadır. Self-etch adeziv sistemler ise mine yüzeyinde fosforik asit kadar derin demineralizasyon yapamamakta ve mineye olan düşük bağlanma değerleri sebebiyle başarısızlıklar görülmektedir (56). Ayrıca klinik olarak fosforik asitin

dentine ulaşmadan yalnızca mine kenarlarına uygulanması oldukça zordur. Fosforik asitin ideal uygulama süresine dikkat edilmediğinde inorganik yapıyı oluşturan hidroksiapatit daha fazla uzaklaştırılmakta ve dentine olan bağlanma dayanımı olumsuz etkilenmektedir (57). Universal adeziv sistemler, tüm bu dezavantajları ortadan kaldırmak ve başarılı bir adezyon sağlamak amaçlı üretilmiştir (55).

Universal adeziv sistemler, daha önceki adeziv jenerasyonların içeriğindeki elemanların bir araya gelmesiyle geliştirilmiş sistemlerdir. Bunlar; pulpa-dentin kompleksi ile biyouyumlu ve klinik uygulama süresi ile pratik uygulamaya sahip, diş dokusu ve dental restoratif materyaller ile kuvvetli bağlanmayı sağlayan stabil adeziv bir yapı oluşturan (9):

- Asidik rezin monomerler,
- Bağlanmayı sağlayan çapraz bağlayıcı rezin monomerler
- Mono fonksiyonel rezin monomer co-solventler
- Yapıya özgü spesifik maddeler
- Solventler
- Katalizörler
- Gerekli durumlarda kullanılan modifiye edici nano dolduruculardır.

Adezivler arasındaki benzerliklere rağmen, universal adezivler diş dokularına kimyasal ve mikromekanik olarak bağlanmayı sağlayan monomer içeriği açısından mevcut kendinden asitli adezivlerden farklıdır (55). Universal adezivler Metakriloloksidil Dihidrojen Fosfat (MDP) gibi polimerize olabilen metakrilat grupları ve hidroksiapatitteki kalsiyum ile kimyasal bağlanma yeteneğine sahip fonksiyonel monomerler içermektedir. MDP, içerdiği dihidrojen fosfat gruplarından dolayı asitleyici ve uzun karbonil zincire sahip olması nedeniyle de oldukça hidrofobik bir monomerdir. Hidroksiapatit ile adeziv ara yüzeyinde stabil bir nano tabaka oluşur ve MDP-Ca tuzları bu tabaka boyunca çökelirler. Böylelikle yüksek ve stabil bir bağlanma dayanımı sağlanır (58). HEMA, universal adezivlerin de içerisinde bulunan hidrofilik bir monomerdir. HEMA, daha iyi bir rezin infiltrasyonu sağlayarak adeziv rezinin bağlanma dayanımını artırır (45). HEMA içermeyen universal adezivlerde faz ayrılmasının meydana geldiği bildirilmiştir (59). Adeziv içerisindeki çözücü ve hidrofilik monomer miktarının artması adeziv tabaka

içerisinde residual çözücü ve polimerize olmamış monomer kalmasına neden olur. Bu sebeple polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesi engellenir, bağlantı zayıflar ve adeziv tabakanın geçirgenliği artar. Bu olumsuzlukları gidermenin bir yolu ilave hidrofobik rezin uygulamasıdır (60). İlave hidrofobik rezin, adeziv tabakanın kalınlığını arttırır ve daha homojen bir hale gelmesini sağlar. Daha kalın bir adeziv tabakanın varlığı oluşabilecek sıvı hareketi ve geçişini engeller. Faz ayrılması nedeni ile adeziv tabakada oluşabilecek defektler giderilir. Adeziv tabaka, bu olumlu etkiler sayesinde mikrogerilim bağlanma dayanımı testi sırasında oluşan kuvvetlere karşı daha dirençli hale gelir (61).

Universal adezivler çok zayıf asidik adeziv ($\text{pH}>2$) grubundadır. Universal adezivlerin pH ve uygulama modu ile bağlanma dayanımı arasındaki ilişkiye bakıldığında; adezivin pH'sı "çok zayıf asidik" kategorisinde ise hem mine hem de dentinde asitleme işlemi ile birlikte uygulandığında daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir (3, 62). Adezivin pH'sı "zayıf asidik" kategorisinde veya daha düşük pH da ise minede asitle birlikte kullanıldığında, dentinde ise self-etch modunda kullanıldığında bağlanma dayanımının daha iyi olduğu görülmüştür (9, 63, 64).

2.5.1. Universal Adeziv Materyallerle İlgili Çalışmalar

Günümüzde geleneksel adeziv sistemlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve klinikte kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla hem total-etch hem self-etch modunda hem de selektif asitleme ile beraber uygulanabilecek, "universal" ya da "multi-mod" olarak adlandırılan yeni bir tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistem grubu piyasaya sürülmüştür. Bu yeni adeziv sistem sayesinde hekim, tek bir adeziv ile, hazırladığı kaviteye ve uygulayacağı restorasyona en uygun olan adeziv uygulamasına karar verme şansına sahip olmaktadır (10). Universal adezivler farklı modlarda uygulanabilmesine rağmen, mine ve dentinin yapısal farklılığından dolayı hangi dokuda hangi modda uygulandığında daha iyi bağlanma dayanımı gösterdiğine dair kesin sonuçlar yoktur. Universal adezivlerin diş dokularına bağlanma dayanımını arttırmak için çalışmalar yapılmaktadır (59, 65, 66).

Universal adezivler çok zayıf asidik adeziv ($\text{pH}>2$) grubundadır. Bu nedenle universal adezivler self-etch modunda uygulandıklarında mineyi yeterince

demineralize edememektedirler (65). Çalışmalarda universal adezivler minede fosforik asit ile asitleme işlemi ile birlikte uygulandığında, daha yüksek bağlanma dayanımı değeri sonuçları elde edilmiştir (4, 65, 67).

Universal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımının makaslama bağlanma dayanımı testi ile değerlendirildiği çalışmalarda universal adezivin total-etch modunda uygulanmasının dentine olan bağlanma dayanımını arttırdığı gösterilmiştir (68). Munoz ve ark. (3), universal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımını mikrogerilme bağlanma dayanımı testi ile araştırdığı çalışmalarında, universal adezivlerin total-etch modunda uygulanmasının dentine olan bağlanma dayanımını arttırabileceğini ifade etmişlerdir. Bununla beraber universal adezivlerin dentine bağlanma dayanımının araştırıldığı diğer çalışmalarda ise; total-etch modda uygulama esnasında yapılan asitleme işleminin, bağlanma dayanımını etkilemediğini rapor etmişlerdir (10, 64). Universal adezivler total-etch modunda uygulanırken, dentinde yapılan asitleme işlemi bölgedeki hidroksiapatiti uzaklaştırmakta ve adezivin içerdiği monomer ile hidroksiapatitin yapacağı kimyasal bağlanma bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle universal adezivlerin dentinde self-etch teknikle kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir (6).

Perdigao ve ark. (69), universal bir adeziv (Single Bond Universal) ile iki basamaklı bir self-etch adezivi (Clearfil SE Bond) dentine olan bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında; Single Bond Universal'in Clearfil SE Bond'dan daha yüksek bağlanma dayanımı değerlerini gösterdiğini bildirmişlerdir ve bu sonucun, Single Bond Universal'in MDP ile birlikte polialkenoik asit kopolimeri de içermesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Mena-Serrano ve ark. (70) ise universal bir bondu (Scotchbond Universal Adhesive) farklı adeziv stratejilerinde in vivo koşullarda 6 ay boyunca değerlendirmişler ve bağlayıcı ajanın self-etch, selektif etch veya total-etch olarak klinik kullanımları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulamamışlardır.

Gorracci ve ark. (71) universal bir bonding olan G-aenial Bond'un, self-etch ve total-etch yöntemlerle mine ve dentine uygulamasının makaslama bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında, total-etch teknikle

uygulamanın minede bağlanma dayanımını arttırdığını; dentinde ise bağlanmayı olumsuz bir şekilde etkilemediğini belirtmişlerdir.

Hanabusa ve ark. (55), multi-mode bir adeziv ajanı (G-aenial Bond) mine ve dentinde total-etch veya self-etch uygulamalarla mikrogerilim bağlanma dayanımları bakımından karşılaştırdıkları çalışmalarında, elde edilen verilerde total-etch uygulamanın minede bağlanma değerlerini istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırırken, dentinde ise bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı bildirmişlerdir.

Luque Martinez ve ark.'nın (72), universal bir adeziv olan Prime and Bond Elect'i farklı uygulama stratejileriyle (self-etch ve total-etch) kullandıkları çalışmalarında; grupların dentine olan mikrogerilim bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Marchesi ve ark. (5), Prime&Bond NT ile Single Bond Universal adezivlerin self-etch ve total-etch modlarda kullanımını farklı zaman aralıklarında (24 saat, 6 ay ve 1 yıl) mikrogerilim bağlanma dayanımı ve nanosızıntı yönünden karşılaştırdıkları çalışmalarında; başlangıçta gruplar arasında farklılık bulunmadığını, 1 yılın sonunda en yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerinin self-etch şekilde uygulanan Single Bond Universal ve Prime&Bond NT gruplarında görüldüğünü bildirmişlerdir. Çalışmada en düşük nanosızıntı değerleri ise; hem başlangıçta hem de 1 yıl sonunda self-etch teknikle uygulanan Single Bond Universal grubunda görülmüştür.

De Goes ve ark. (67), self-etch ve total-etch teknikle uyguladıkları Single Bond Universal adeziv sisteminin minedeki mikrogerilim bağlanma dayanımını, iki aşamalı total-etch, üç aşamalı total-etch ve iki aşamalı self-etch sistemleriyle karşılaştırdıkları çalışmalarında, Single Bond Universal gruplarında total-etch yöntemiyle uygulamasının anlamlı bir farklılık meydana getirdiğini ve total-etch gruplarında mikrogerilim bağlanma dayanımında artış görüldüğünü belirtmişlerdir.

Rosa ve ark. (63), tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında, hafif universal adeziv sistemlerin total-etch ve self-etch uygulamalarının dentine olan bağlanma dayanımı değerleri arasında anlamlı bir farklılık görülmezken; ultra-hafif adeziv sistem olan All Bond Universal'in total-etch uygulamasının, self-etch uygulamasından daha yüksek bağlanma sonuçları verdiği ve bu sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ifade edilmiştir. Aynı zamanda, çalışmadaki tüm

universal adeziv sistemlerde minede total-etch uygulama ile daha yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin sağlandığı belirtilmiştir. Hafif asidik yapıdaki universal adezivlerde ise, total-etch ve self-etch uygulamalar arasında dentin bağlanma dayanımı açısından farklılık olmadığı bulunmuştur. Bu meta-analizin sonuçları, uygulama öncesi asitle pürüzlendirmenin minede bağlanma dayanımını arttırdığını ve mineye adezyonun güçlendirilmesi için total-etch uygulamanın tavsiye edilebileceğini ortaya koymaktadır.

Chen ve ark. (9), All Bond Universal, Clearfil Universal Bond, Futurabond U, Prime&Bond Elect ve Single Bond Universal adezivlerinin iki farklı uygulama modunun (total-etch ve self-etch) dentine olan bağlanma dayanımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, her iki teknik arasında mikrogerilim bağlanma değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmediğini ve total-etch uygulamanın dentine bağlanmada herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığını belirtmişlerdir.

Loguercio ve ark. (4), farklı universal adeziv sistemlerin self-etch teknikle aktif ve pasif uygulanmalarının, mineye olan mikromakaslama bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında; 7 universal adeziv sistemi (AdheSE Universal, Single Bond Universal, G-aenial Bond, All Bond Universal, Clearfil Universal, Futurabond U, Prime&Bond Elect) karşılaştırmışlar ve aktif uygulamanın 5 adezivin (All Bond Universal, Clearfil Universal, Futurabond U, G-aenial Bond, Prime&Bond Elect) mikromakaslama bağlanma dayanımının artışına neden olduğunu, universal adezivlerin self-etch teknikte aktif şekilde uygulanmasının, selektif mine asitlenmesi için bir alternatif olarak görülebileceğini belirtmişlerdir.

De McLean ve ark. (65), Scotchbond Universal ve All Bond Universal adezivleri self-etch ve total-etch modlarda kullanarak, self-etch bir adeziv olan Clearfil SE Bond ile mineye olan bağlanma dayanımları bakımından karşılaştırdıkları çalışmalarında Clearfil SE Bondun bağlanma dayanımını yükselttiği ve bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuşlardır.

Lenzi ve ark. (73), çürükten etkilenmiş ve sağlam süt dişi dentininde Adper Single Bond Plus, Clearfil SE Bond ve Scotchbond Universal adezivi bağlanma dayanımları bakımından karşılaştırmışlardır. Scotchbond Universal adeziv sağlam

dentinde diğ er gruplardan daha düşük bağ lanma değ erleri gösterirken, ç ürükten etkilenmiş dentinde tüm gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Toshiki Takamizawa ve ark. (62), 3 farklı universal adeziv olan Prime Bond Elect, Scotchbond Universal ve All Bond Universal adezivleri ile tek basamaklı self-etch adeziv olan Clearfil Bondun dentine olan makaslama bağ lanma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Prime Bond Elect, total-etch modda kullanımda self-etch modda kullanımından daha yüksek bağ lanma değ erleri göstermiştir. Tek basamaklı self-etch adeziv Clearfil Bond en düşük bağ lanma değ erlerini göstermiştir. Scotchbond Universal ve All Bond Universal adezivlerinin total-etch ve self-etch kullanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Makishi ve ark. (74), ise All Bond Universal, Scotchbond Universal ve Clearfil SE Bond adezivlerinin dentindeki mikrogerilim bağ lanma dayanımlarını 24 saat ve 1 yıl suda bekletme sonrası karşılaştırmışlardır. 24 saat sonraki değ erlendirmede Scotchbond Universal ve Clearfil SE Bond arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, en düşük mikrogerilim bağ lanma dayanımını All Bond Universal adeziv göstermiştir. 1 yıl sonrası değ erlendirmede tüm grupların bağ lanma dayanımlarında azalma görülürken, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Thanaratikul ve ark. (11), Adper Single Bond, Clearfil SE Bond ile Single Bond Universal adezivlerinin total-etch ve self-etch uygulamalarını süt dişi dentinine olan makaslama bağ lanma dayanımları bakımından karşılaştırmışlardır. Adper Single Bond, en düşük bağ lanma değ erlerini gösterirken; Single Bond Universal adezivin total-etch ve self-etch uygulaması arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Torres ve ark. (75), Futurabond U ve Scotchbond Universal adezivlerini mine ve dentinde asitleme iş lemi ile birlikte veya asitleme yapmadan uygulayarak mikrogerilim bağ lanma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda asitleme iş leminin universal adezivlerin mine ve dentindeki mikrogerilim bağ lanma dayanımları üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Vermelho ve ark. (76), Scotchbond Universal ve All Bond Universal adezivleri hem self-etch, hem de total-etch modda uygulayarak kontrol grubu olan Optibond FL ve Clearfil SE Bond self-etch adezivleri ile 1 yıllık suda bekletme sonrası mine ve dentindeki mikrogerilim bağ lanma dayanımları bakımından

karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda minede asitleme işleminin universal adezivlerin bağlanma dayanımını arttırdığını ancak bu değer 1 yıllık suda bekletme sonrası azalma gösterdiğini bulmuşlardır ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Dentinde ise bütün çalışma grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Fakat Scotchbond Universal adezivin self-etch grubunda, dentindeki bağlanma dayanımında 1 yıllık suda bekletme sonrası azalma görülmüştür.

2.6. Kompozit Rezinler

Kompozit terimi, birbiri içerisinde çözünmeyen ve kimyasal yapıları farklı en az iki materyalin fiziksel karışımı anlamına gelmektedir (77). Kompozitler, dimetakrilat rezin monomerlerin oluşturduğu çapraz bağlı polimer matriks ve silan ile bu yapıya bağlanmış güçlendirici seramik dolduruculardan oluşan bir yapıdır (78).

İlk olarak 1962 yılında Dr. Ray Bowen tarafından tanıtılan kompozit rezinler, yapısal ve klinik başarı açısından sürekli bir gelişim göstermektedir (79). Hastaların civa içeren alaşımlardan kaçınmaları ve estetik restorasyonlara olan ilgisinin giderek artmasıyla, 1990'lı yıllardan itibaren kompozit rezinlerin popülerliği artmıştır (80).

Güncel restoratif diş hekimliğinde amaç, mümkün olan en az madde kaybı ile üst düzeyde fonksiyon ve estetiğin sağlanmasıdır. Bu nedenle kompozit rezinler fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde kaydedilen gelişmelerle diş hekimliğinde en çok kullanılan restoratif materyaller haline gelmişlerdir (29).

2.6.1 Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit Rezinler başlıca 4 farklı yapıdan oluşurlar (81).

- 1) Organik Polimer Matriks
- 2) İnorganik Doldurucu Partiküller
- 3) Bağlayıcı Ajan
- 4) Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem

1) Organik Polimer Matriks: Monomerler, ko-monomerler, polimerizasyon başlatıcılar, hızlandırıcılar, stabilizatörler, inhibitörler ve ultraviyole ışınını absorbe

edici ajanlardan oluşur (82). 1962 yılında Bowen, dental kompozitlerde matriks olarak kullanılmak üzere glisidil metakrilat ve Bisfenol A epoksi içeren monomeri geliştirmiştir (83). Bisfenol A Glisidil Metakrilat (Bis-GMA) veya “Bowen rezini” olarak bilinen bu monomer yapı oldukça visköz olduğundan sınırlı sayıda doldurucu partikül ile birleştirilebiliyordu. Daha sonra bu yapıya trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) katılarak viskozitenin azaltılması amaçlanmıştır. Bu monomer kombinasyonu olumlu sonuçlar vermiştir ve dental kompozitlerde en çok kullanılan matriks monomer kombinasyonunu oluşturmuştur. Daha sonra çeşitli seyreltici monomerler eklenerek monomer matriks formülasyonları oluşturulmuştur (84). Düşük molekül ağırlığına sahip bu monomerler; bisfenol A dimetakrilat (Bis-DMA), etilen glikol dimetakrilat (EGDMA), metil metakrilat (MMA) veya yüksek molekül ağırlığına sahip üretan dimetakrilat (UDMA)’tır (82).

2) İnorganik Doldurucu Partiküller: Matriks içine dağılmış olan çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz (kristalin slika), borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko ve yitrium cam, baryum alüminyum silikat gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşur (85). Doldurucu partiküllerin boyutları ve miktarları kompozitin tipini ve klinikte kullanım alanını belirlemektedir (86). İnorganik doldurucular, organik matriksin fiziksel ve mekanik özelliklerini güçlendirirler. Termal genişleme katsayısını küçülterek polimerizasyon büzülmesini azaltırlar. Sonuç olarak kompozit rezinin kullanımı kolaylaştırırlar ve estetik sonuçları geliştirirler (87, 88).

Silan bağlayıcı ajanlar en iyi silika partikülleri ile bağlantı sağlarlar. Bu nedenle bütün kompozitlerde silika içeren doldurucular esastır. İnorganik doldurucu bileşenleri istenilen özelliklerin elde edilebilmesi için diğer iyonlarla modifiye edilmektedir; lityum (Li) ve alüminyum (Al) iyonları camın küçük partiküllere ayrılmasında kolaylık sağlarlar, baryum (Ba), çinko (Zn), bor (B), zirkonyum (Zr), yitrium (Y) iyonları ise radyoopasite sağlarlar. Saf silika, kristalin formlarda (kristobalit, tridimit veya kuartz) ve nonkristalin formda (cam) olabilmektedir. Kristalin formları daha güçlü ve serttir ancak kullanımları sonucu kompozitin bitirme ve cila işlemleri zorlaşır. Bu nedenle birçok kompozit silikat cam kullanılarak

üretir. Baryum, çinko ve yitrium-modifiye silikat camlar en popüler dolduruculardır (89).

3) Bağlayıcı Ajan: Kompozit rezinlerin yapısal bütünlüğünün sağlanması için inorganik doldurucu partiküller ile organik matriks arasında sıkı bir bağlantıya ihtiyaç vardır. Bağlayıcı ajan, ara faz gibi isimlerle anılan organik silisyum bileşiği olan silanlar bu bağlantıyı sağlar (81).

Silan bağlanma ajanları kompozit rezinin fiziksel ve mekanik özelliklerini pozitif yönde etkilediği gibi organik matriks ve inorganik doldurucu ara yüzü boyunca suyun geçişini önleyerek hidrolitik dengeyi sağlar, su emilimini ve kompozit rezinin çözünürlüğünü azaltır (90).

4) Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem: Kompozit rezinler ışıkla veya kimyasal olarak aktive edilebilirler. Işıkla aktivasyon yaklaşık 470 nm dalga boyundaki mavi ışık ile gerçekleştirilir. Bu ışık monomere %0.2-1 oranlarında ilave edilen komforokinon tarafından emilir ve aktivasyon sağlanır. Bu reaksiyon, karbon çift bağları içeren organik amin varlığında hızlandırılır. Oligomer oda sıcaklığında muhafaza edildiği ve ışığa maruz kalmadığı sürece içerdiği amin ve komforokinon da stabildir. Kimyasal aktivasyonda ise oda sıcaklığında organik aminin organik peroksit ile reaksiyona girerek serbest radikalleri oluşturması ve onların da karbon çift bağlarına saldırması sonucunda polimerizasyon gerçekleşir (81).

2.6.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinlerin ilk sınıflandırılması Lutz ve Phillips (91) tarafından, inorganik doldurucu partiküllerinin büyüklüğüne göre yapılmıştır. Daha sonra çeşitli araştırmacılar tarafından kompozit rezinler doldurucuların bileşimlerine, boyutlarına ve yüzdelere göre de sınıflandırılmıştır (92).

a) Polimerizasyon yöntemlerine göre:

- *Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler (Chemical-cured):*

Biri katalist diğeri bazdan oluşan ikili pat sistemleridir. Patlardan her biri hacimsel olarak yarı yarıya organik monomer ve doldurucu içermektedir.

Patlardan birinde polimerizasyon başlatıcı benzoil peroksit, diğesinde ise polimerizasyon hızlandırıcı

organik amin bulunur. İki patın karıştırılmasıyla amin, benzoil peroksitle reaksiyona girerek, serbest radikaller oluşturur ve polimerizasyon başlar. Kompozit kütlesinin uniform bir katılma göstermesiyle polimerizasyon büzülmesine ve buna bağlı olarak marjinlerde stres birikimine rastlanılır. İçerdikleri tersiyer aromatik aminlerin ağız ortamında kimyasal değişikliğe uğraması ile amin renklenmesi görülür. Bu renklenme ultraviyole ışık, nem ve oksidasyon ile hızlanır. Çalışma sürelerinin kısa olması önemli dezavantajlarından (90).

- *Işık ile polimerize olan kompozit rezinler (Light-cured)*

İlk defa 1972 yılında kullanıma sunulan türleri 365 nm dalga boyuna sahip ultraviyole ışık ile aktive edilebilen bir fotobaşlatıcı olan benzoil metil eter içermektedir. Ancak bu ultraviyole ışık pek çok dezavantaja sahiptir. Işık, rezin içinde sınırlı penetrasyon göstermekte ve böylece çok ince tabakalar hariç rezin polimerize olamamaktadır. Ayrıca retina ve yumuşak dokulara da zarar vermektedir. Bu nedenlerle kullanımları terk edilmiştir. Günümüzde ise görünür ışık ile aktive olan rezinler kullanılmaktadır. Polimerizasyonu başlatan görünür mavi ışık, ortalama 420-450 nm dalga boyundadır. Görünür ışığın yumuşak dokulara zarar verme riski daha azdır, ancak retina için zararlı olabileceğinden gözlük, levha ve kalkan filtre kullanmakta fayda vardır. Işık ile polimerize olan kompozitler, ışık emici olarak kamforokinon ve hızlandırıcı olarak da alifatik amin içerir. Bunlar tüp içinde birlikte olmalarına rağmen ışık uygulanmadıkça polimerizasyon reaksiyonu başlamaz. Polimerizasyonu ışık ile başlatılan rezinlerde büzülme ışık kaynağına doğru olduğundan, kenar uyumunda bir takım sorunlarla karşılaşılabilir. Resin, kavite tabanından özellikle gingival duvardan ayrılma eğilimindedir. Bu olay asitle pürüzlendirme ve adeziv sistemlerin uygulanması ile bir miktar önlenir (90).

- *Hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olan kompozit rezinler (Dualcured)*

Bu tür rezinlerin kimyasal olarak polimerizasyon hızları düşüktür. Işıkla polimerizasyon sayesinde, rezine ilave bir polimerizasyon sağlanması

amaçlanır. Polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesinden endişe edilen her ortamda kullanılması önerilen bu rezinler, akışkan özelliklere sahip olduğundan daha çok yapıştırma materyali olarak kullanılırlar. Özellikle derin kavitelere, 2 mm'den daha kalın rezin tabakalarında, girişin zor olduğu interproksimal alanlarda başarılıdır (90).

b) Viskozitelerine göre:

- *Kondanse Edilebilen kompozit rezinler (Packable-condensable)*

Son yıllarda inorganik doldurucu partikül miktarı artırılarak yoğunluğu amalgama benzer kompozitler üretilmiştir. Kondansasyon basınç ile materyal hacminin azalması anlamına geldiğinden, sıkı sıkıya doldurma anlamındaki “packable” kelimesi bu tür kompozitleri tanımlamada kullanılabilir. Bu kompozitlerin yapısı, hibrit kompozitlerden daha farklı olup, hibrit kompozitlere göre daha fazla oranda doldurucu içerirler ve doldurucu dağılımları farklıdır. Yüksek oranda doldurucu ilavesi, bu materyallerin el ile işlenebilmelerini ve üstün fiziksel-mekanik özellikler sergilemelerini sağlar (93). Ayrıca, yapışkan olmadıklarından temiz aletlerle tek seferde yerleştirilip anatomik form işlenebilir, bu da son bitirme ve düzeltme işlemlerini azaltır. Fakat hibrit kompozitlere göre daha büyük doldurucu partiküller içermesi sebebiyle, bitirme ve polisajlama işlemlerinden sonra pürüzlü yüzey oluşma riski fazladır. Yüksek densiteleri sebebiyle daha derin polimerizasyon sağlanır (5 mm'ye kadar). Bu özellikleri, 5 mm'den sığ kavite için tek seferde doldurulmasına olanak sağlar. Kontak noktalarının ideale yakın oluşturulabilmesi, kaviteye basınç uygulayarak daha kolay yerleştirilebilmeleri, sınıf II kavite için başarıyla uygulanmalarını sağlamaktadır (94).

- *Akışkan kompozit rezinler (Flowable Composite Resin)*

Akışkan kompozitler, kavite geometrisinin her zaman ideal koşullarda hazırlanamadığı preparasyonlarda, polimerizasyon büzülmesini engellemek ve stres kırıcı bir bariyer sağlamak amacıyla geliştirilmiş, doldurucu oranı düşük kompozit rezinlerdir (95). Geleneksel hibrit kompozitlerle aynı doldurucu partikülleri içeren akışkan kompozitlerin doldurucu oranı, hibrit

kompozitlerden %20-30 oranında daha düşüktür, TEGDMA gibi seyreltici monomerlerin miktarı ise daha yüksektir (96). Doldurucu partikül oranının azaltılması ve Bis-GMA ve UDMA gibi viskoz monomerlerin yerine TEGDMA gibi seyreltici monomerlerin kullanılması materyalin ağır yükler altında deformasyona karşı direncini azaltır ve polimerizasyon büzülmesi artar. Bu nedenle akışkan kompozitlerin stres yükü fazla kavitelere kullanılması uygun değildir (97). Sınıf II posterior restorasyonların başarısızlıklarına en çok sebep olan kenar sızıntısının engellenmesinde, kondanse olabilen kompozitlerin altında, restorasyon yüzeyinde ve kenarlarında kalan mikro çatlakların onarılmasında kullanılmaktadır. Sahip oldukları şırınga sistemleri uygulanma kolaylığı sağlamaktadır. Materyalin akışkan yapısı sebebiyle kavite preparasyonunun tabanındaki ve duvarlarındaki mikro çatlakların kapatılmasında, amalgam, kompozit veya kron tamirinde, ortodontik braketlerin yapıştırılmasında, mine defektlerinin onarılmasında, pit ve fissürlerin örtülmesinde, koruyucu rezin restorasyonlarda, air abrazyon kavitelere, sınıf V restorasyonlarda, kırık veya mobil dişlerin splintlenmesinde, insizal kenar tamirlerinde kullanılabilirler (95, 97). Akışkan olmaları sebebiyle uygulama esnasında kontrol edilmelerinin zor olması ve aletlere yapışmaları dezavantajlarıdır (97). Ayrıca doldurucu oranı daha fazla olan kompozitlere göre aşınma dirençleri düşüktür. Yüksek polimerizasyon büzülmeleri nedeniyle her zaman ince tabakalar halinde uygulanmaları önerilir (98).

c) İnorganik partiküllerin büyüklüklerine göre:

- Megafil (Megafill) 50-100 μm
- Makrofil (Macrofill) 10-100 μm
- Midifil (Midifill) 1-10 μm
- Minifil (Minifill) 0.1-1 μm
- Mikrofil (Microfill) 0.01-0.1 μm
- Hibrit (Hybrid) 0.04-1 μm
- Nanofil (Nanofill) 0.005-0.01 μm , olarak sınıflandırılır (90).

Kompozit rezinlerdeki doldurucu oranı arttıkça organik matriks oranı düşer, buna bağlı olarak da polimerizasyon büzülmesi, ısıl genişleme katsayısı ve su absorpsiyonu azalırken; elastisite modülü, aşınma direnci ve dayanıklılık artarak rezinin mekanik özellikleri olumlu yönde etkilenir. Doldurucu partiküllerin büyüklüğü ise; materyalin estetik özellikleri, polimerizasyon büzülmesi, polimerizasyon derinliği ve fiziksel özellikleri üzerinde etkilidir (87).

Günümüzde kompozit rezinlerle ilgili en güncel ilerlemelerden biri de herhangi bir adeziv sisteme ihtiyaç duyulmadan diş dokularına kendi kendine bağlanabilen self-adeziv akıcı kompozitlerin geliştirilmesi olmuştur.

2.6.3. Kendinden Adezivli (Self-Adeziv) Akışkan Kompozitler

Diş hekimliğinde klinik uygulama basamaklarının sadeleştirilmesi gereksinimi, dental malzeme endüstrisindeki mevcut araştırma ve geliştirme çabalarını destekleyen ana itici güçlerden biri olarak görünmektedir (58). Bu sebeple, diş sert dokularına kimyasal yolla bağlantı sağlamak için akıcı kompozitlere birtakım fonksiyonel monomerler eklenmiştir (99). Kendinden adezivli restoratif materyaller, kendinden adezivli rezin simanlardan geliştirildiğinden, benzer şekilde cam iyonomer simanlarda bulunan bileşenlere sahiptir (100). Cam iyonomer partikülleri ve asidik fonksiyonel monomerlerin kombinasyonu, bu restoratif materyallerde de bulunur ve bağlanma dayanıklılığı açısından avantaj sağladığı düşünülmektedir (101, 102).

Günümüzde, adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler ile diş sert dokularına herhangi bir adeziv sistem kullanımı gerektirmeden bağlanan akışkan kompozitler hekimlerin kullanımına sunulmuştur (7). Bunlardan ilki 2002 yılında piyasaya sunulan, Embrace WetBond Class V (Pulpdent) adlı kendinden adezivli rezin kompozittir (103). Kendinden adezivli akışkan kompozitlerin öncüsü kabul edilen bu materyalde; di-tri, multifonksiyonel akrilat monomerleri bulunmaktadır ve hidrofilik olan bu kompozitin aktivasyonu için biraz neme ihtiyaç vardır (104). Embrace WetBond Class V kompozitinin ardından Mayıs 2009'da Pentron tarafından Fusio Liquid Dentin ve daha sonra Ocak 2010'da Kerr tarafından Vertise™ Flow kendinden adezivli kompozitleri piyasaya sürüldü. Her iki akışkan kompozit de,

geleneksel metakrilat sistemlerine dayanan farklı kimyasallar içerir, ancak formülasyonlarında tipik olarak dental bonding ajanlarda bulunan asidik monomerler mevcuttur. Vertise™ Flow, Kerr adezivlerinde (OptiBond) bulunan GPDM monomeri içerir; Fusio Liquid Dentin ise 4-metakrilo oksietil trimellitik asid (4-META) bazlı akışkan bir kompozittir (105). Diş dokularına kendi kendine bağlanabilen içerisine all-in-one adeziv rezin ilave edilmiş bu kompozitler, kaviteye herhangi bir adeziv sistem uygulaması gerektirmeden direkt olarak uygulanabilirler. Bu kompozitlerde mine ve dentini asitleyebilen monomerlerin kullanımı esas alınmıştır (7). Kendinden adezivli kompozit rezinlerde kullanılan bir diğer monomer ise, dentinin ıslanabilirliğini artıran ve rezin penetrasyonundan sorumlu olan HEMA monomeridir (8).

Kendinden adezivli akışkan kompozitler iki yolla diş dokularına bağlanabilirler. Birinci yol; GPDM'in fosfat grubuyla dişin kalsiyum iyonları arasında oluşan kimyasal bağlantıdır. İkinci yol ise; kollajen fibriller ile kompozit içerisindeki polimerize monomerler arasında oluşan mikromekanik bağlantı ile gerçekleşebilir (8).

Kendinden adezivli kompozitlerin adeziv sistem uygulaması gerektirmemesi klinisyenler tarafından tercih edilme sebebi olmaktadır. Bu kompozitlerin geliştirilmesiyle klinikte adeziv sistem uygulamak için gereken zaman ortadan kaldırılmış, hastanın koltukta geçirdiği süre en aza indirgenerek restoratif işlemler daha basit hale getirilmiştir. Klinisyenin uygulama hatalarından kaynaklanan problemler de en aza indirgenip, operasyon sonrası hassasiyet minimize edilerek direkt restorasyon işlemleri daha kolay uygulanabilir hale gelmiştir (8). Bu özelliklerinden dolayı çocuk diş hekimliğinde hasta tedavilerinde sürenin uzamasıyla beraber, kooperasyonun zayıflaması göz önünde bulundurulduğunda pratik ve az aşamalı kullanım özellikleri açısından avantajlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Kendinden adezivli kompozitler endikasyon açısından, küçük sınıf I kaviteilerin restorasyonunda, sınıf V kaviteelerde, çürüksüz servikal lezyonların restorasyonunda, sınıf I ve sınıf II kaviteelerde liner olarak, pit- fissur sealent olarak, porselen tamirinde ve ortodontik tedavide braket yapıştırılmasında kullanılabilirler (8).

Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kendinden adezivli kompozitleri ile yapılan bir çalışmada Vertise™ Flow'un bağlantısı Fusio Liquid Dentin'den daha yüksek bulunmuştur (106). DMG Constic ile ilgili yapılan bir çalışmada ise bu kompozitin, dentinde diğer kendinden adezivli kompozitlerle benzer bağlantı dayanımı gösterdiği rapor edilmiştir (107). Sachdeva ve ark. (108), çalışmalarında konvansiyonel [G-aenial Universal Flo (GC)] ve kendinden adezivli kompozitlerin [Dyad Flow (Kerr), Fusio Liquid Dentin (Pentron Clinical Technologies)] süt dişi dentinine olan makaslama bağlanma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Konvansiyonel kompozitin bağlanma dayanımı, kendinden adezivli kompozitlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Brueckner ve ark. ise (109), daimi diş dentininde Vertise Flow, Fusio Liquid Dentin, deneysel bir kendinden adezivli kompozit rezin ve Adper Prompt-L-Pop/Filtek Supreme XT akışkan kompozitin makaslama bağlanma dayanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında; Vertise Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozit gruplarının istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini bulmuşlardır. Kendinden adezivli kompozitlerle ilgili mevcut çalışmaların sayısının azlığı ve araştırmaların sonuçlarındaki farklılıklar sebebiyle, materyallerin klinik verimliliğini artırabilmek adına yeni laboratuvar ve uzun dönem klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.7. Yaşlandırma Yöntemleri

Günden güne değişmekte olan dental restoratif materyallerin değerlendirilmesi için en iyi yöntem klinik çalışmalardır. Ancak uzun dönem klinik çalışmaların zaman alması sebebiyle restorasyonu yaşlandırmaya yönelik ağız içi koşulların taklit edildiği laboratuvar çalışmaları tercih edilmektedir (10, 64, 110-112).

2.7.1. Termal Siklus İle Yaşlandırma Yöntemi

Bu yöntemde in vivo ortamın termik, biyolojik ve fizyolojik durumu taklit edilerek ısıl değişim uygulanmaktadır. Termal siklus ile yaşlandırma iki yöntemle uygulanır. İlk olarak sıcak su arayüz bileşenlerinin hidrolizini, su alımını, yıkım ürünlerini ya da tam polimerize olmamış rezin oligomerlerinin ortaya çıkmasını hızlandırır. İkinci olarak da restoratif materyal ve diş arasındaki termal genişleme

katsayısı arasındaki farklılığa bağlı olarak diş ve restoratif materyal arasında tekrarlayan genleşme ve büzülme stresleri oluşur. Bu stresler arayüz boyunca çatlak oluşumuna neden olabilir. Arayüz boyunca yayılan çatlak oral sıvıların içeri ve dışarı hareketine izin verir. Bu duruma perkolasyon denir (113). Termal siklus ile yaşlandırma yöntemi ağız içi koşulları taklit etmek amaçlı in vitro çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan bir araştırmada 10000 kez 5-55 °C arasında yapılan termal döngünün bir yıllık doğal döngüyü taklit ettiği rapor edilmiştir (113).

2.7.2. Suda Bekletme İle Yaşlandırma

Laboratuvar çalışmalarında suda bekletme ile yaşlandırma yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemde örnekler belirli bir zaman diliminde 37 °C suda bekletilirler. Bu süre bir kaç aydan 4-5 yıla, hatta daha uzun zamanlara kadar ilerleyebilir. Çalışmaların çoğunda bu yöntemde bağlanma kuvveti değerlerinde kısa bir zaman sonunda bile azalma olduğu bildirilmiştir. Bu süreçteki en önemli kimyasal reaksiyonlar rezin içeriğinin hidrolizi ve yumuşamasıdır. Suyun bağlanma arayüzüne geçişi difüzyon benzeri bir olaydır. Hidroliz farklı kollajen fibril ünitelerini ve rezin matriksi bir arada tutan kovalent bağları yıkabilir. Ayrıca suyun varlığı polimer zincirleri arasındaki sürtünmesel kuvvetleri de azaltarak rezinin mekanik özelliklerini azaltır ve polimerin yumuşamasına neden olur (114).

2.7.3. Okluzal Yükleme İle Yaşlandırma

Doğal koşulları taklit etmenin bir diğer yolu da mekanik olarak diş sert dokularına kuvvet yüklemesi yapmaktır (115). Mekanik yükleme testleri ağız içi ortamda bulunan mekanik faktörlerin etkilerinin belirlenmesi ve adezyon performansının daha iyi anlaşılması için uygulanmaktadır. Çünkü bu mekanik yükler adeziv arayüzünde yorgunluk oluşturarak burada oluşmuş olan bağların bağlantı dirençlerinin zayıflamasına sebep olmaktadır (116).

2.7.4. NaOCI Solüsyonunda Bekletme İle Yaşlandırma

Bu yöntemde demineralize olmuş ve açığa çıkmış kollajen fibrillerin deproteinizasyonu sağlanmaktadır (117). %10'luk NaOCI çözeltisi in vivo yıkımı taklit eden ve oldukça hızlandırılmış bir şekilde bu görevi yapan bir solüsyondur.

Hızlandırılmış yaşlandırma testi için mikrogerilim test çubukları %10'luk NaOCl da 1 saat süreyle bekletilir (118). Bu kısa periyottan sonra mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerinde önemli azalmalar gözlenir (119).

2.7.5. Çiğneme Simülatörü İle Yaşlandırma Yöntemi

Bu yöntemde ağız içi çiğneme koşulları taklit edilmeye çalışılmaktadır. Bir makine yardımı ile istenilen sayıda 50 N kuvvet ve 0,5 Hz frekansla örnekler üzerine çiğneme kuvveti uygulanır (120).

2.7.6. pH Siklus İle Yaşlandırma

Örnekler asit solüsyonunda pH 4,3'de, 37 °C de 6 saat ve yapay tükürükte 37 °C de 17 saat bekletilir. 1 haftanın sonunda örnekler yapay tükürüğe alınır. Böylece in vivo ortamı taklit eden koryojenik değişiklikler değerlendirilir (119).

2.7.7. Enzim İle Yaşlandırma

Kollajen fibrillerin yıkımı suda yaşlandırma yöntemi ile tam olarak sağlanamaz. Çünkü su, tükürükte bulunan enzimlerden yoksundur. Bu yöntemde örneklerin bekletildiği solüsyona matriks metalloproteinaz enzimi ilave edilerek dentin organik matriksin yıkımı sağlanır (119).

2.8. Bağlanma Dayanımı Testleri

Uzun dönem klinik takiplerin zaman alıcı ve standart olarak gerçekleştirilmesi zor olmasından, laboratuvar bağlanma dayanımı testleri dental materyallerin ve tekniklerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (121). Restorasyon ile diş yüzeyi arasındaki bağlantı ağızdaki hareketlilik sebebiyle sürekli olarak farklı kuvvetlere maruz kalır. Mekanik stresler, termal stresler, kimyasal stresler, pH değişimleri ve koroziv etkilerin bir sonucu olarak adezyonun bütünlüğü etkilenmektedir. Bağlanma dayanımı test mekanizmasına göre, bir adezivin bağlanma kapasitesinin yüksek olması streslere direncinin ve in vivo koşullardaki devamlılığının da fazla olması şeklinde açıklanabilir (122).

Laboratuvar testlerinin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Verilerin elde edilip toplanması hızlıdır.
- Yaygın olarak kullanılan test yöntemleri göreceli olarak kolaydır.
- Diğer tüm değişkenler sabitken belirli tek bir parametre ölçülebilir.
- Yeni ya da deneysel bir teknik/materyal mevcut “altın standart” ile doğrudan karşılaştırılabilir.
- Bir çalışma düzeneği ile birçok deney grubu eşzamanlı olarak ölçülebilir (123).

Bağlanma dayanım testleri makro veya mikro düzeneklerle gerçekleştirilebilir. Ağız içerisinde çok farklı kuvvetler bir arada olsa da bağlanma dayanım testlerinde genellikle 2 tip kuvvet incelenir. Bunlar:

- Çekme gerilimi (tensile stress): Bir yapıyı uzatmaya çalışan yüke karşı oluşan gerilimdir.

-Makaslama gerilimi (shear stress): Bir yapının bir kısmının, diğer kısmına paralel şekilde ancak ters yönlerde etki eden deforme edici kuvvetler karşısında oluşan gerilimdir.

Adeziv materyallerin bağlanma performansını değerlendirmek için genellikle çekme (tensile) ve makaslama (shear) testleri uygulanır. Günümüzde materyallerin bağlanma performansının geliştirilmesinde mikrogerilim bağlanma testleri ve mikromakaslama bağlanma testleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bağlanma testlerinin asıl amacı, materyallerin bağlanma dayanımlarının karşılaştırmalı olarak yapılabilmesidir (124).

2.8.1. Mikromakaslama Bağlantı Testi

Mikromakaslama test yöntemi ilk kez 2002 yılında tanıtılmıştır (125). Kolay uygulanabilen bu test yönteminde bir dişten çok sayıda örnek hazırlama avantajı vardır. 0,7 mm çapında oldukça ince bir silindirik kompozit yapı daha kalın bir adeziv tabaka ile birleşmiş olarak blok şeklinde uygulanır. Bu durum kompozitte eğilmelere ve eş biçimli olmayan bir yük dağılımı durumunun ortaya çıkmasına neden olabilir. Mikromakaslama testinde mikrogerilim testinden elde edilen sonuçların ortalama 1/3'üne denk gelen değerler elde edilir (123).

2.8.2. Mikrogerilim Bağlantı Testi

Mikrogerilim bağlanma dayanım testi Sano ve ark. (126) tarafından, 1994 yılında tanıtıldı. Çok küçük yüzeylerde gerilim bağlanma dayanımına izin veren testin, makaslama ve gerilim gibi geleneksel yöntemlere kıyasla stres dağılımını daha iyi sağladığı rapor edilmiştir. Mikrogerilim bağlanma dayanımı testi diş sert dokusu ile adeziv tabaka arasındaki bağlanma dayanımını ölçebilen güvenilir bir test yöntemidir (127).

Mikrogerilim testinde, İsoMet Cihazı ile elmas diskler kullanılarak yüksek hızda ve su soğutması altında kesilen dişlerden ortalama 1 mm² alana sahip çubuk şeklindeki örnekler elde edilir. Hazırlanan örneklerin uzunluğu 10-24 mm arasında olmalıdır. Bu uzunluğun yarısını diş yapısı, diğer yarısını kompozit oluşturur (128).

Mikrogerilim test metodunun avantajları:

- 1- Ara yüz bağlantı alanı en aza indirildiği için kuvvet uygulaması sırasında daha iyi stres dağılımı oluşur. Bu sebeple geleneksel test metodlarından farklı olarak daha çok adeziv, daha az koheziv kopma tipleri görülür.
- 2- Yüksek ara yüz bağlanma dayanıklılığı ölçülebilir.
- 3- Bölgesel bağlanma dayanıklılığının ölçümüne olanak sağlar.
- 4- Tek bir dişten çok sayıda örnek hazırlanmasına ve böylece tek diş için ortalama ve varyans değerleri hesaplanmasına izin verir.
- 5- İrregüler yüzey üzerinde yapılan bağlanma testlerine olanak sağlar.
- 6- Çok küçük alanların bağlanmalarının test edilebilmelerini sağlar.

Dezavantajları:

- 1- Laboratuvar işlemleri zordur ve teknik hassasiyet gerektirir.
- 2- Özel ekipmana gereksinim vardır.
- 3- Örnekler çok küçük olduğu için kolaylıkla dehidratasyona uğrayabilirler (129, 130).

2.9. Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope-SEM)

Adeziv ile diş dokuları arası mikro yapının gözlemlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden birisi SEM incelemesidir (41). Taramalı Elektron Mikroskobunda görüntü meydana getirilmesi örnek üzerine gönderilen elektron demetinin örnekten yansması ve yansıyan sinyallerin algılanması temeline dayanmaktadır. SEM kullanılması görüntülerde morfolojinin tanımlanmasında oldukça yararlıdır (10, 131-133). SEM'de numune yüzeyindeki 1-10 nm yarıçaplı bir noktaya 1-10 keV'luk birincil elektron enerjili elektron demeti bir lens sistemi yardımı ile odaklanır. Odaklanan elektron demeti bir optiksel gösteri olarak kullanılan video tübün elektron demeti ile aynı anda bir sapıtıcı halka sistemi kullanılarak örnek dikdörtgenel olarak boydan boya taranır. İki demet aynı tarayıcı jeneratör ile kontrol edilir. Büyütme, numune yüzeyi üzerinde taranan alan ve görüntülemenin büyüklük oranıdır. Çeşitli sinyaller, ikincil elektronlar, geri saçılan elektronlar, x ışınları ve numune akımı ile toplanabilir. Sinyalin iki boyutlu haritası bir SEM görüntüsü verir (134). Elektronların absorbe edildiği bölgeler koyu, yansıtıldığı bölgeler parlak olarak görüntü verir. Bu sayede örnek yüzeyine ait gri tonlarında bir görüntü elde edilir (135). Böylece birkaç mikrometre genişliğindeki aralıkların tespiti mümkün olabilmektedir. Bağlantının görüntülenebilmesi için daha önce numunenin kurutulması ve altın (Au) ya da platin-palladyum (Pt-Pd) ile kaplanması gerekir (134).

SEM analizi yüzeyin sadece morfolojik özellikleri hakkında detaylı bilgiye ulaşmamızı sağlar. Kimyasal yapı veya adeziv kuvvet hakkında bilgi vermez (136).

Çalışmamızda SEM analizi öncesinde incelenecek numuneler alüminyum blok üzerine yapıştırıcı bant yardımıyla sabitlenip, altın ile kaplanmıştır. Çeşitli büyütme kopyalarında yüzeylerine ait görüntüler elde edilmiştir.

Çalışmamızda 2 farklı kendinden adezivli kompozit rezinin, yeni geliştirilen 5 farklı universal adeziv sistemle daimi diş dentinine bağlantılarının, mikrogerilim bağlanma dayanımı testiyle karşılaştırılması ve rezin-dentin arayüz bağlantılarının taramalı elektron mikroskobuyla ile görüntülenmesi amaçlandı. Çalışmamızın hipotezi; kendinden adezivli kompozit rezinlerin, daimi diş dentininde universal adeziv sistemlerle birlikte kullanılması mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini değiştirmez.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nın 11.07.2017 tarih ve 2017-07/06 sayılı etik kurul onayı ile yürütüldü.

Çalışmada 2 farklı kendinden adezivli kompozit materyalin, herhangi bir bond sistemi kullanılmadan ve 5 farklı universal bonding sistemle birlikte kullanılarak daimi diş dentin yüzeyine uygulanması sonrası mikrogerilim testiyle kopma dayanımlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmamız, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Periodontoloji Anabilim Dalı ile Erciyes Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Çalışmada $\alpha=0.05$, $\beta= 0.10$, $(1-\beta)= 0.90$ alındığında her bir kompozit grubu için 120'şer adet olmak üzere toplamda 240 örnek dahil edildi ve testin gücü $p= 0.90052$ bulundu.

3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Bu çalışmada çürük ve restorasyon içermeyen, herhangi bir anomalisi bulunmayan 48 adet çekilmiş üçüncü molar insan dişi kullanıldı. Dişlerin yüzeyindeki yumuşak ve sert doku kalıntıları periodontal küret ile uzaklaştırıldı, angldruva ve fırça kullanılarak pomza ile temizlendi. Temizlenen dişler 1 hafta % 0.5'lik Kloramin T solüsyonunda bekletildikten sonra deney aşamasına kadar distile suya alınarak buzdolabında 4 °C de saklandı ve dişlerin bekletildiği su haftada bir periyodik olarak değiştirildi. Dişler çekimden sonra en fazla 3 ay içinde kullanıldı.

3.2. Materyal Seçimi

Bu çalışmada aynı renkte (A2) 2 farklı kendinden adezivli kompozit ile 5 farklı universal bonding sistem kullanılmıştır (Şekil 3.1.). Kullanılan materyaller ve özellikleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmamızda kullanılan adeziv sistemler ve restoratif materyaller



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan ışık cihazı

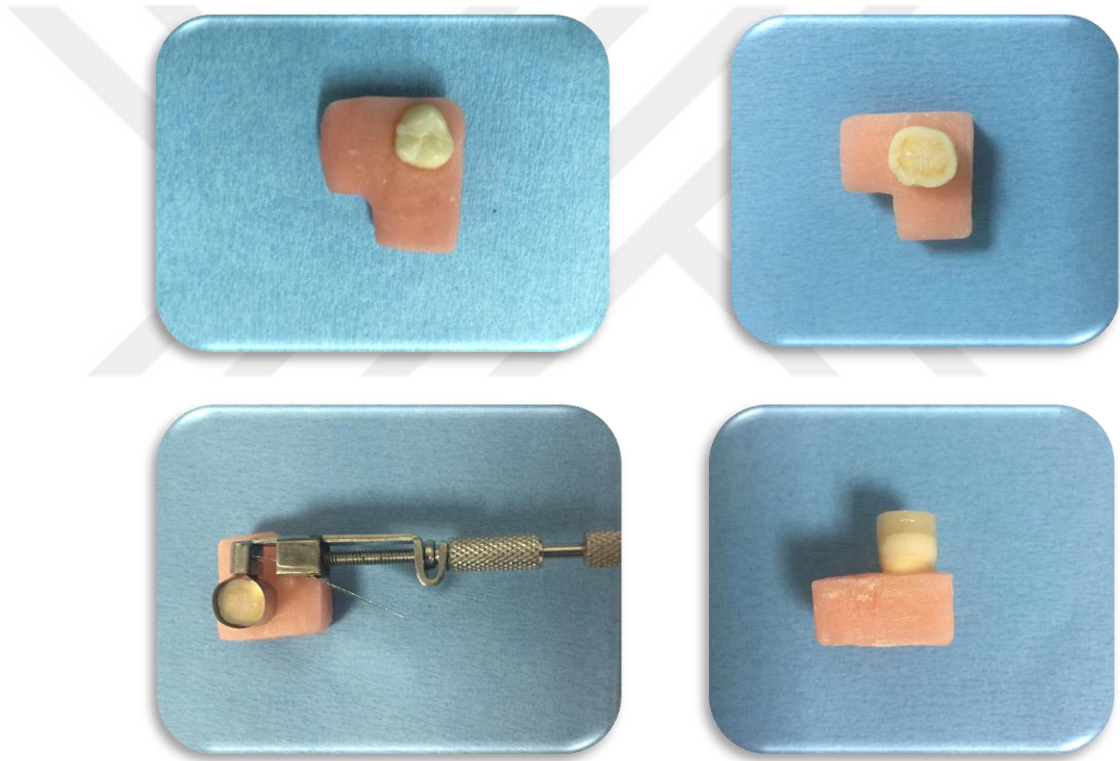
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri

Materyal (Üretim No)	Türü	Üretici Firma	Kompozisyon
Vertise™ Flow (5842135)	Kendinden Adezivli Akışkan Kompozit Rezin	Kerr, Orange, CA, USA	GPDM, HEMA, Bis-GMA PPF (önceden polimerize edilmiş doldurucu), 1-µm baryum cam doldurucu, nano-boyutta koloidal slika, nano-boyutta iterbiyum florid
Fusio™ Self- Adhesive Flowable Composite (6409882)	Kendinden Adezivli Akışkan Kompozit Rezin	Pentron Clinical, Orange, CA, USA	UDMA, TEGDMA, HEMA, 4-MET, nano- amorföz silika, silanlanmış baryum cam doldurucular, minor ilaveler
Clearfil Universal Bond (000010)	Universal adeziv rezin	Kuraray, Okayama, Japonya	MDP fosfat monomer, dimetakrilat rezinler, HEMA, hidrofilik alifatik dimetakrilat, koloidal silika, silan, etanol, su, başlatıcı
Single Bond Universal (70818C)	Universal adeziv rezin	3M ESPE, St.Paul, MN, ABD	MDP fosfat monomer, dimetakrilat rezinler, HEMA, metakrilat-modifiye polialkenoik asit kopolimeri, doldurucu, etanol, su, başlatıcı, silan
All Bond Universal (1700005470)	Universal adeziv rezin	Bisco Inc, Schaumburg, ABD	MDP, bis-GMA, HEMA, etanol, su, inisiyatörler
Prime Bond Universal 1703000839	Universal adeziv rezin	Dentsply, Caulk, USA	Mono-, di- ve trimetakrilat rezinler, PENTA, diketon, stabilizatörler, Organik fosfinoksit, cetylamin hidroflorid, aseton, su, selfcure aktivatör
Futurabond U (1807614)	Universal adeziv rezin	Voco, Germany	HEMA, Bis-GMA, HEDMA, asidik adeziv monomer, urethane dimetakrilat, katalist, silica nanopartiküller, etanol

3.3. Örneklerin Hazırlanması

Dentindeki mikrogerilim bağlanma dayanımı test edilecek olan her bir test grubu için 2 adet diş kullanıldı. Dişler mine sement sınırının 2 mm apikalinden akrilik L şeklindeki bloklara gömüldü. Dişlerin okluzal yüzeyleri dentin dokusunu açığa çıkartmak amacıyla düşük devirde su soğutmalı elmas frezle uzaklaştırıldı. Elde edilen dentin yüzeylerine standart bir smear tabakası oluşturmak amacıyla, akan su altında sırasıyla 600-800-1200 gritlik silikon karbid kağıtlar 30 sn süreyle uygulandı.

Hazırlanan dentin yüzeyleri su ile yıkanıp kurutulduktan sonra adeziv sistemler üretici firmaların önerileri doğrultusunda dentin yüzeylerine uygulandı.



Şekil 3.3. Örneklerin hazırlanması

Clearfil Universal Bond: Prepare diş yüzeyine adeziv, 10 sn süreyle bir mikrofirça ile ovuşturularak uygulandı. Hafif bir şekilde 5 sn hava ile kurutulup, 10 sn ışıkla polimerize edildi.

Single Bond Universal: Prepare diş yüzeyine adeziv, 20 sn süreyle bir mikrofirça ile ovuşturularak uygulandı. Hafif bir şekilde 5 sn hava ile kurutulup, 10 sn ışıkla polimerize edildi.

All Bond Universal: Prepare diş yüzeyine adeziv, 10-15 sn sürelerde iki tabaka olarak bir mikrofirça ile uygulandı. Hafif bir şekilde 10 sn hava ile kurutulup, 10 sn ışıkla polimerize edildi.

Prime Bond Universal: Prepare diş yüzeyine adeziv, 20 sn süreyle bir mikrofirça ile ovuşturularak uygulandı. Hafif bir şekilde 5 sn hava ile kurutulup, 10 sn ışıkla polimerize edildi.

Futurabond U: Prepare diş yüzeyine adeziv, 20 sn süreyle bir mikrofirça ile ovuşturularak uygulandı. Hafif bir şekilde 5 sn hava ile kurutulup, 10 sn ışıkla polimerize edildi.

Bütün adeziv sistemlerin total-etch kullanımında dentin yüzeylerine adeziv uygulama öncesi 15 sn süreyle %35'lik fosforik asit (Kuraray Noritake, Tokyo, Japan) uygulandı.

Adeziv uygulamayı takiben, dişler tofflemire matrikslerle çepeçevre sarılıp dentin yüzeylerine iki milimetreyi geçmeyen tabakalar halinde yerleştirilen kompozit rezin materyaller (fusio liquid dentin pentron, vertis flow kerr) uygulandı ve ışık cihazı (Elipar™ S 10, 3M ESPE™, St. Paul, MN, USA) ile polimerize edildi.

Vertise™ Flow Uygulaması: Uygulama ucu yardımıyla Vertis Flow, dentin yüzeyine ince bir tabaka elde etmek için (<0,5 mm) 15-20 sn orta şiddette basınç altında fırça ile uygulandı. 20 sn ışıkla polimerize edildi. Ardından uygulanan her 2 mm'lik tabaka, 20 sn ışınlanarak 5-6 mm yüksekliğinde olacak şekilde üst yapılar hazırlandı.

Fusio Liquid Dentin Uygulaması: Fırça yardımıyla ilk kat ince bir tabaka olacak şekilde (<0,5 mm), 15-20 sn orta şiddette basınç ile dentin yüzeyine uygulandı ve 10 sn ışıkla polimerize edildi. Ardından uygulanan her 2 mm'lik tabaka, 10 sn ışınlanarak 5-6 mm yüksekliğinde olacak şekilde üst yapılar hazırlanıp son tabaka 20 sn ışınlandı.

Çalışmada toplam 22 grup bulunmaktadır. Bu grupların iki tanesi herhangi bir bonding ajan kullanılmadan kendinden adezivli akışkan kompozitlerin doğrudan uygulandığı kontrol gruplarıdır. 5 farklı universal bonding ajan, total-etch ve self-etch modda ayrı ayrı kullanılarak 10 farklı kullanım elde edilmiştir. Çalışmada yer alan 2 farklı kendinden adezivli akışkan kompozit bu 10 farklı bonding uygulama yöntemiyle birlikte kullanılarak 20 adet deney grubu oluşturulmuştur (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Çalışma Grupları

	Vertise™ Flow		Fusio Liquid Dentin	
Grup 1 : Kontrol grubu	Grup 1a		Grup 1b	
Grup 2 : Clearfil Universal Quick Adeziv	Grup 2a: SE	Grup 2b: TE	Grup 2c: SE	Grup 2d: TE
Grup 3 : Single Bond Universal Adeziv	Grup 3a: SE	Grup 3b: TE	Grup 3c: SE	Grup 3d: TE
Grup 4 : All Bond Universal Adeziv	Grup 4a: SE	Grup 4b: TE	Grup 4c: SE	Grup 4d: TE
Grup 5 : Prime Bond Universal Adeziv	Grup 5a: SE	Grup 5b: TE	Grup 5c: SE	Grup 5d: TE
Grup 6 : Futura Bond Universal Adeziv	Grup 6a: SE	Grup 6b: TE	Grup 6c: SE	Grup 6d: TE

Gruplara ait bütün örneklere 5-55 °C arasında 30 sn daldırma süresi ve kaplar arasında transfer zamanı 3 sn olacak şekilde 10000 defa termal siklus uygulanmıştır (şekil 3.4).



Şekil 3.4. Termosiklus cihazı

3.4. Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Örneklerinin Hazırlanması

Dişler, su soğutması altında yüzey alanı yaklaşık 1mm² olacak şekilde kompozit rezin-dentin örnekleri elde etmek amacıyla bir düşük devirli hassas kesme cihazı (Minitom, Struers, Denmark) ve elmas kesme diski (Mod 13, Struers, Denmark) ile bağlanma ara yüzeyine dik olarak kesildi. Hassas kesme cihazının adımları ayarlanarak, kalınlığı 0.3 mm olan elmas kesme diski ile yaklaşık 1.0x1.0 mm genişliğinde ve 8-9 mm uzunluğunda kare kesitli çubuk şeklinde örnekler elde edildi. İşlem sırasında zarar görmüş olan örnekler çalışmaya dahil edilmedi.



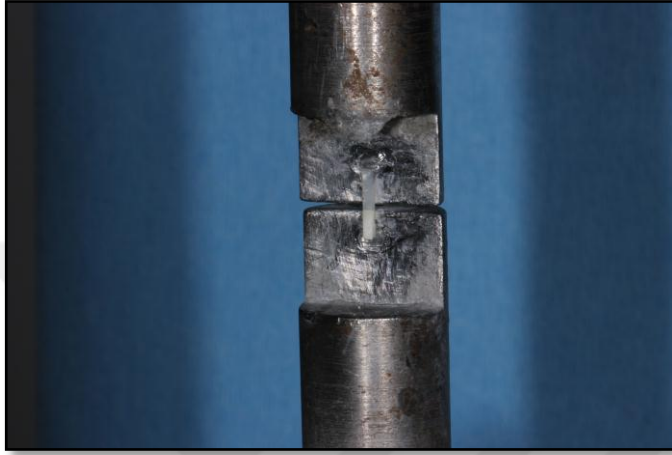
Şekil 3.5. Hassas kesme cihazı



Şekil 3.6. Mikrogerilim bağlanma dayanımı test örnekleri

3.5. Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testinin Yapılması

Kesit alma işlemi sonrası elde edilen örnekler test aracına, kompozit ve dentin uçlarından siyanoakrilat bir yapıştırıcı (404, Kimya Sanayi ve Tic. A.Ş., İstanbul) ile sabitlendi. Bu işlem sırasında yapıştırıcının ve hızlandırıcısının bağlanma yüzeyine bulaşmamasına dikkat edildi.



Şekil 3.7. Mikrogerilim cihazına bağlanmış test örneği

Örnekler kırılma elde edilinceye kadar bir universal test cihazında LF Plus (LLOYD Instruments, Ametek Inc. England) 1mm/dk'lık hızda 100 N'luk gerilme kuvveti uygulanarak strese maruz bırakıldı. Elde edilen değerler MPa cinsinden kaydedildi.

3.6. Kırılma Analizi

Mikrotensile cihazında kopan örnekler test aparatından alınarak yüzeyleri, bir stereomikroskop (Zeiss, Oberkochen, Germany) ile X40 büyütmede incelenerek kopma tipleri belirlendi. Kopma tiplerinin tanımı aşağıdaki gibi yapıldı (137):

- Adeziv : Dentin tarafındaki ara yüzeyde %25'den daha az oranda adeziv rezin, kompozit rezin ve/veya dentin bulunmasıdır.
- Mix : Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip kopma ve bazı alanlarda adeziv rezinde, kompozit rezinde ve/veya dentinde koheziv tip kopma olmasıdır.
- Dentinde koheziv : Kompozit tarafındaki ara yüzeyde %75 veya %75'den daha fazla dentin bulunmasıdır.

- Kompozitte koheziv : Dentin tarafındaki ara yüzeyde %75 veya %75'den daha fazla kompozit resin bulunmasıdır. Örneklerin kırılma tiplerinin fotoğrafları, stereomikroskoba bağlı fotoğraf makinesi (Canon EOS 1000D) ile elde edildi.



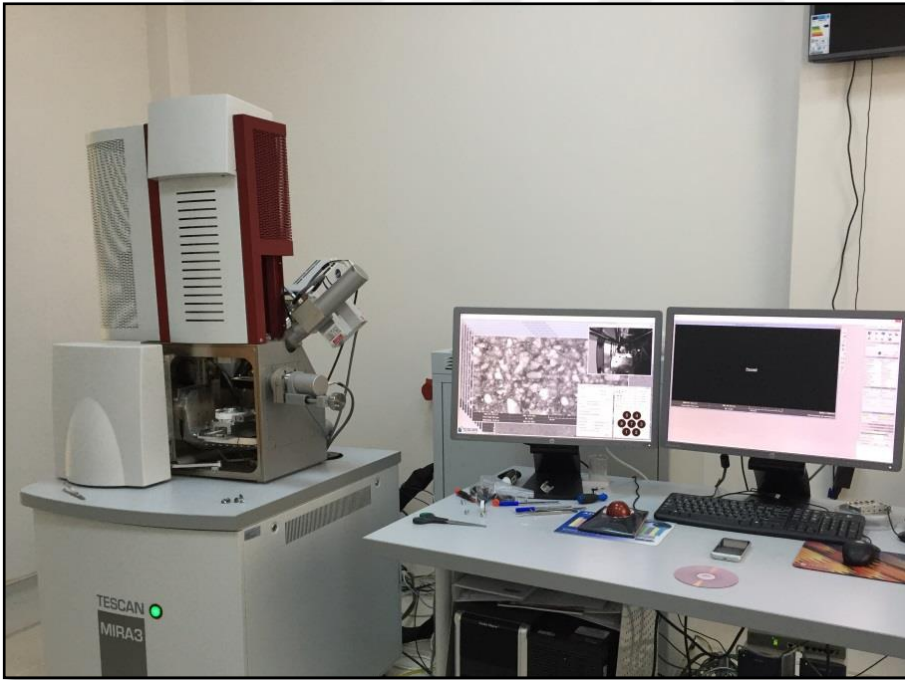
Şekil 3.8. Stereomikroskop

3.7. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Kopma Tiplerinin Analizi

Bağlantı yüzeylerinin değerlendirilebilmesi için her bir gruptan birer numune SEM’da incelenmek üzere hazırlandı ve değerlendirildi. Çalışmamızdaki Taramalı Elektron Mikroskobu ile yüzey analizi ölçümleri, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (CÜTAM)’nde yapıldı. Örnekler çift taraflı karbon bant yardımıyla tutuculara yerleştirildikten sonra, kaplama cihazı [Quorum Q150R ES (Quorum Technologies, UK)] ile altın kaplandı (Şekil 3.9). Gruplara ait örnekler 20kV ile 2000x ve 5000x büyütmede, SEM cihazı [Tescan MIRA3 XMU (Brno, Czech Republic)] ile incelendi (Şekil3.10).



Şekil 3.9. Altın kaplama cihazı



Şekil 3.10. SEM cihazı

3.8. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızdan elde edilen veriler SPSS (veri 22.0) programına yüklenerek veriler değerlendirildi. Parametrik test varsayımları yerine getirildiğinde (Kolmogrof-Simirnov) bağımsız ikiden fazla gruptan elde edilen ölçümler karşılaştırılırken Varyans Analizi, analiz sonucu önemli bulunduğundan farklılık yapan grup ya da grupları belirlemek için Tukey testi; bağımsız iki gruptan elde edilen ölçümler karşılaştırılırken iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi uygulanmış ve yanılma düzeyi 0.05 olarak alınmıştır.



4. BULGULAR

4.1. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Bulguları

Kendinden adezivli 2 farklı kompozit materyalin herhangi bir bond sistemi kullanılmadan ve 5 farklı universal bonding sistemle birlikte kullanılarak daimi diş dentin yüzeyine uygulanması sonrası mikrogerilim testiyle kopma dayanımlarının incelendiği çalışmamızın tüm gruplarına ait bağlanma dayanımı ortalama değerleri (MPa) ve standart sapma değerleri Tablo 4.1.'de yer almaktadır.



Tablo 4.1. Gruplara Ait Bağlanma Dayanımı Ortalama Değerleri (MPa) ve Standart Sapma Değerleri

		Kontrol Grubu	All bond universal	Single bond universal	Clearfil universal bond Quick	Prime bond universal	Futura bond universal	Sonuç
Vertise™ Flow	TE	8.06(0.92)	25.44(3.86)^a	30.09(4.62)^{A,b}	26.80(4.19)^{B,c}	28.96(2.97)^{C,d}	20.68(4.53)^{A,B,C}	F=89,24 p=0001
	SE		13.95(2.53)^a	15.85(4.97)^b	16.57(1.91)^c	14.54(2.88)^d	16.00(3.84)	F=20,30 p=0001
Fusio Liquid Dentin	TE	5.38(1.35)	23.49(2.64)^{A,a}	28.36(2.92)^{A,B,b}	27.44(4.89)^{C,c}	20.40(3.45)^{B,C,D}	25.16(4.65)^{D,d}	F=108,66 p=0001
	SE		16.16(4.09)^{A,a}	20.81(2.71)^{A,B,b}	19.70(4.12)^c	16.22(3.88)^B	17.25(2.94)^d	F=50,97 p=0001

* Kontrol grupları ile her bir deney grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş fakat harflendirme ile gösterilmemiştir.

** Yatay değerlendirilmede aynı büyük harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir.

***Dikey değerlendirilmede aynı küçük harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir.

Gruplara ait dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında en yüksek bağlanma dayanımı değeri, Vertise™ Flow grubunda Single Bond Universal adezivin total-etch modda (30.09 ± 4.62 MPa) kullanımında görülmüştür. En düşük bağlanma dayanımı ise Fusio Liquid Dentin kompozitinin adezivsiz uygulandığı kontrol grubunda (5.38 ± 1.35 MPa) görülmüştür. Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozit grupları kendi içlerinde ayrı ayrı değerlendirildiklerinde yine her iki grupta da en yüksek bağlanma dayanımı Single Bond Universal adezivin total-etch modda kullanımında, en düşük bağlanma dayanımları ise adeziv uygulanmadan kullanılan kontrol gruplarında görülmüştür.

Vertise™ Flow kompoziti ile kullanılan universal adezivlerin total-etch ve self-etch kullanımları her bir adeziv grubunun kendi içinde ikili olarak karşılaştırıldığında Futura Bond Universal adeziv dışındaki diğer grupların bağlanma dayanımları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Fusio Liquid Dentin kompozitine ait deney gruplarının total-etch ve self-etch kullanımlarının her bir adeziv grubunun kendi içinde ikili karşıtırlmalarında ise Primebond Universal adeziv grubunun değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ($p > 0.05$), diğer adeziv grupları değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozitlerinin adeziv kullanılmadan dentin yüzeyine uygulandığı kontrol gruplarına ait bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında Vertise™ Flow grubu (8.06 ± 0.92 MPa), Fusio Liquid Dentin grubuna (5.38 ± 1.35 MPa) göre daha yüksek sonuçlar sergilemiştir ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

All Bond Universal adezivin Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozitleriyle total-etch modda kullanımına ait bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak bir fark görülmezken, yine aynı bondun self-etch modda kullanımına ait Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozitleriyle uygulanmasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p > 0.05$).

Single Bond Universal adezivin total-etch modda kullanımında Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozitleriyle uygulamalarının karşıtırlmasında

aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken; self-etch modda kullanımına ilişkin değerlerin karşılaştırılmalarında Fusio Liquid Dentin kompozitiyle kullanımında daha yüksek bağlanma değerleri elde edilmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozitleriyle total-etch modda kullanımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmeyen Clearfil Universal adezivin, aynı kompozitlerle self-etch modda uygulamalarında Fusio Liquid Dentin kompozitiyle kullanımına ait değerler Vertise™ Flow kompozitiyle kullanımına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

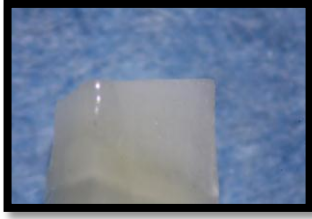
Prime Bond Universal adezivin Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozitleriyle total-etch modda uygulamalarında Vertise™ Flow ile kullanımında istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek değerler görülürken ($p<0.05$); self-etch modda kullanımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0.05$).

Vertise™ Flow ve Fusio Liquid Dentin kompozitleriyle self-etch modda kullanımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmeyen Futura Bond Universal adezivin, total-etch modda uygulanmasında Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait değerler istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

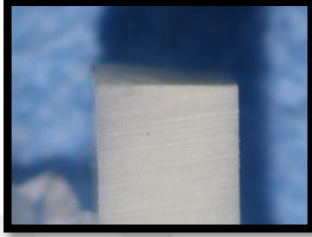
4.2. Kopma Tiplerine Ait Stereomikroskop Bulguları

Mikrogerilim testleri sonrası 240 örnek stereomikroskopta incelenerek kopma tipi analizleri yapıldı. Kopma yüzeyleri :

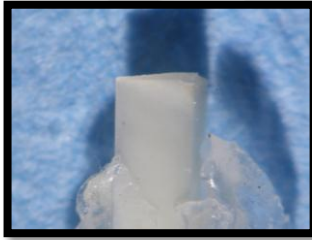
- Adeziv
- Mix
- Koheziv değerler olmak üzere ayrı ayrı kaydedildi.



Şekil 4.1. Kompozitte koheziv kopma tipi

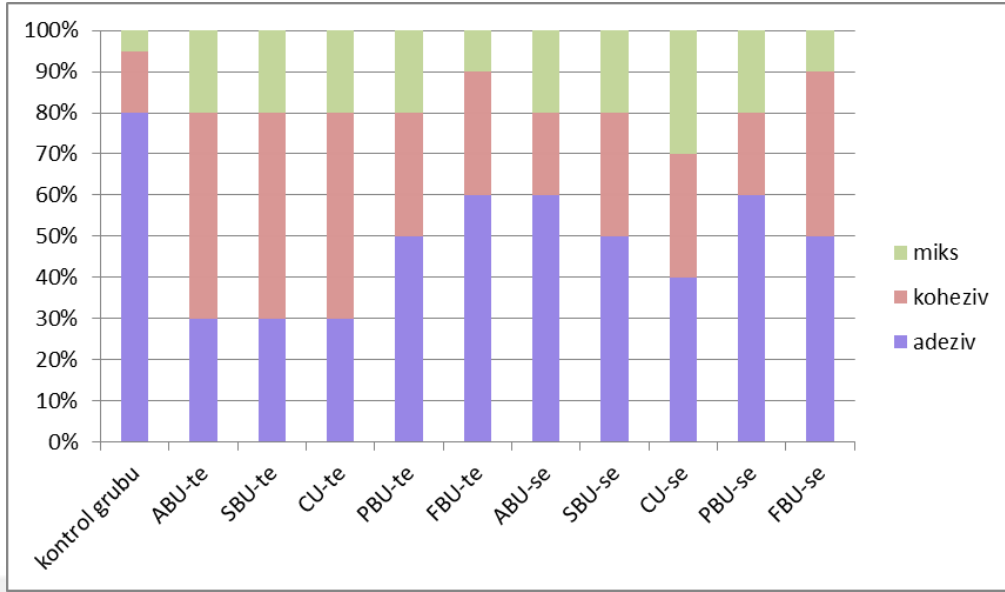


Şekil 4.2. Adeziv kopma tipi

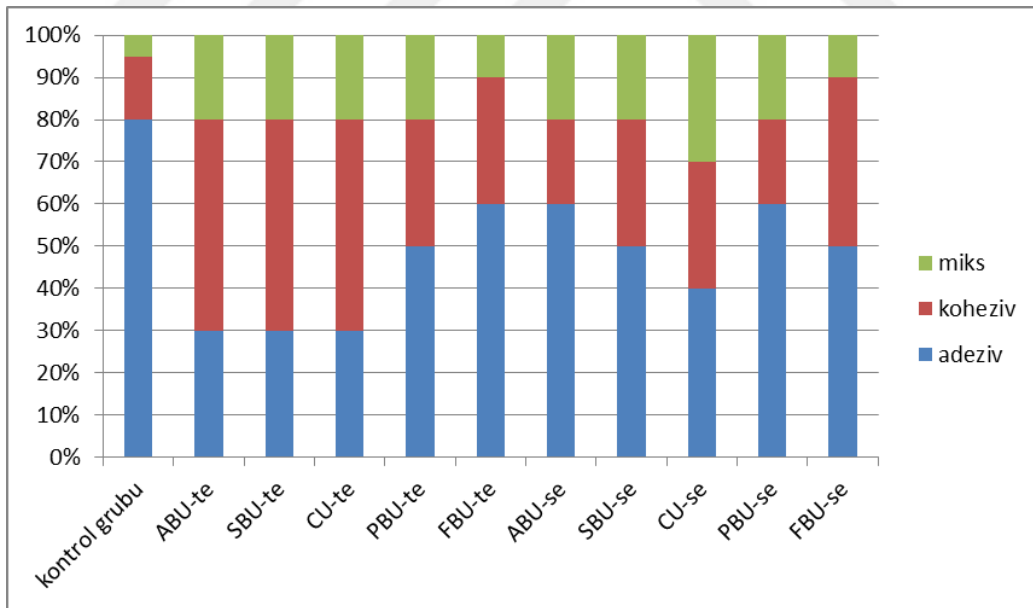


Şekil 4.3. Miks kopma tipi

Vertise™ Flow kompozit gruplarına ve Fusio Liquid Dentin kompozit gruplarına ait kopma tiplerinin sayısal ve yüzdesel dağılımı Tablo 4.2' de sunulmuştur. Bütün test gruplarında en çok ortaya çıkan kopma tipi adeziv tip iken, dentinde koheziv tip kopma görülmedi.



Şekil 4.4. Vertise Flow kompozitine ait kopma tiplerinin yüzdesel dağılımı



Şekil 4.5. Fusio Liquid Dentin kompozitine ait kopma tiplerinin yüzdesel dağılımı

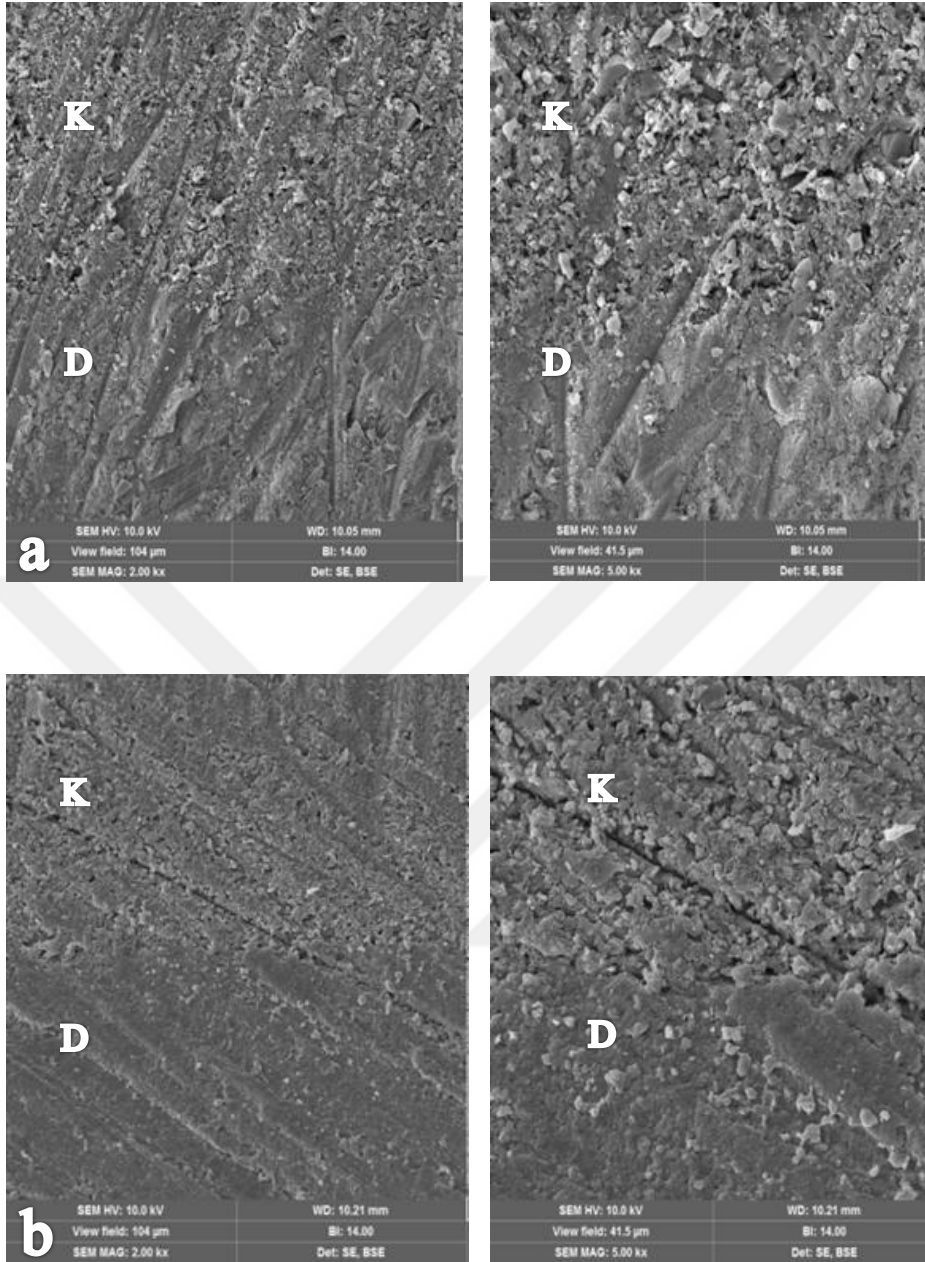
Tablo 4.2. Gruplara ait kopma tiplerinin sayısal ve yüzdesel dağılımı

	Kontrol Grubu	All bond universal	Single bond universal	Clearfil universal bond	Prime bond universal	Futura bond universal	
Vertise™ Flow	TE	n=15 % 75 A n=4 % 20 K n=1 % 5 M	n=4 % 40 A n=5 % 50 K n=1 % 10 M	n=3 % 30 A n=6 % 60 K n=1 % 10 M	n=4 % 40 A n=5 % 50 K n=1 % 10 M	n=3 % 30 A n=5 % 50 K n=2 % 20 M	n=6 % 60 A n=3 % 30 K n=1 % 10 M
	SE		n=6 % 60 A n=3 % 30 K n=1 % 10 M	n=3 % 30 A n=5 % 50 K n=2 % 20 M	n=5 % 50 A n=3 % 30 K n=2 % 20 M	n=5 % 50 A n=2 % 20 K n=3 % 30 M	n=4 % 40 A n=3 % 30 K n=3 % 30 M
Fusio Liquid Dentin	TE	n=16 % 80 A n=3 % 15 K n=1 % 5 M	n=3 % 30 A n=5 % 50 K n=2 % 20 M	n=3 % 30 A n=5 % 50 K n=2 % 20 M	n=3 % 30 A n=5 % 50 K n=2 % 20 M	n=5 % 50 A n=3 % 30 K n=2 % 20 M	n=6 % 60 A n=3 % 30 K n=1 % 10 M
	SE		n=6 % 60 A n=2 % 20 K n=2 % 20 M	n=5 % 50 A n=3 % 30 K n=2 % 20 M	n=4 % 40 A n=3 % 30 K n=3 % 30 M	n=6 % 60 A n=2 % 20 K n=2 % 20 M	n=5 % 50 A n=4 % 40 K n=1 % 10 M

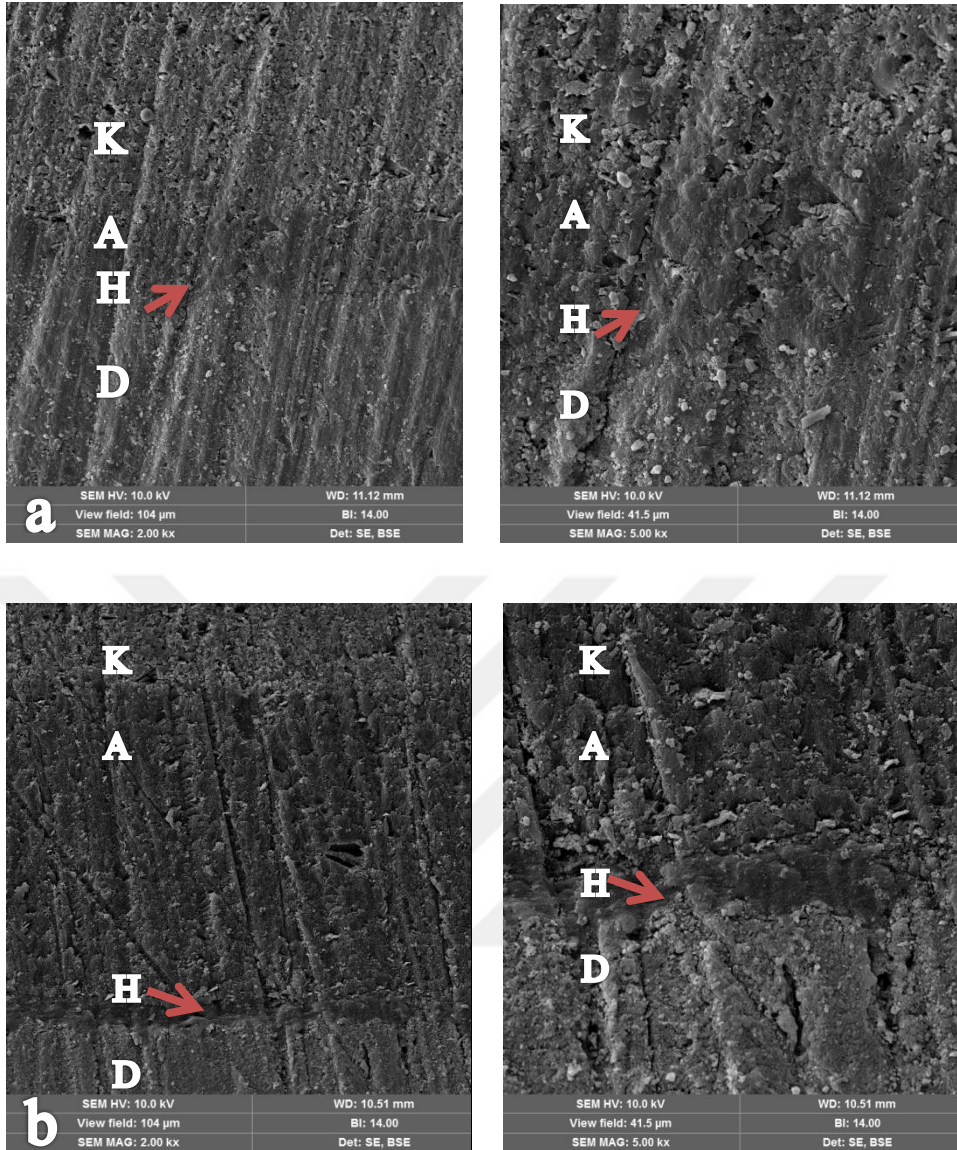
A: adeziv tip kırılma K: koheziv tip kırılma M: miks tip kırılma n: örnek sayısı

4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntülemesi

Çalışmada yer alan tüm gruplara ait 2000x ve 5000x büyütme ile hazırlanan taramalı elektron mikroskobu görüntüleri şekil 4.1-4.12 arasında gösterilmiştir. Görüntüler değerlendirildiğinde, en düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini gösteren Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow kendinden adezivli kompozitlerinin kontrol gruplarında; kompozit rezin ile dentin birleşim bölgesi gözlemlenirken, hibrid tabakası izlenmemektedir. Kendinden adezivli kompozit rezinlerin universal adezivlerle birlikte kullanıldığı gruplara ait SEM görüntülerinde ise; derin, düzenli rezin uzantıları ve kalın bir hibrid tabakası gözlenmektedir.

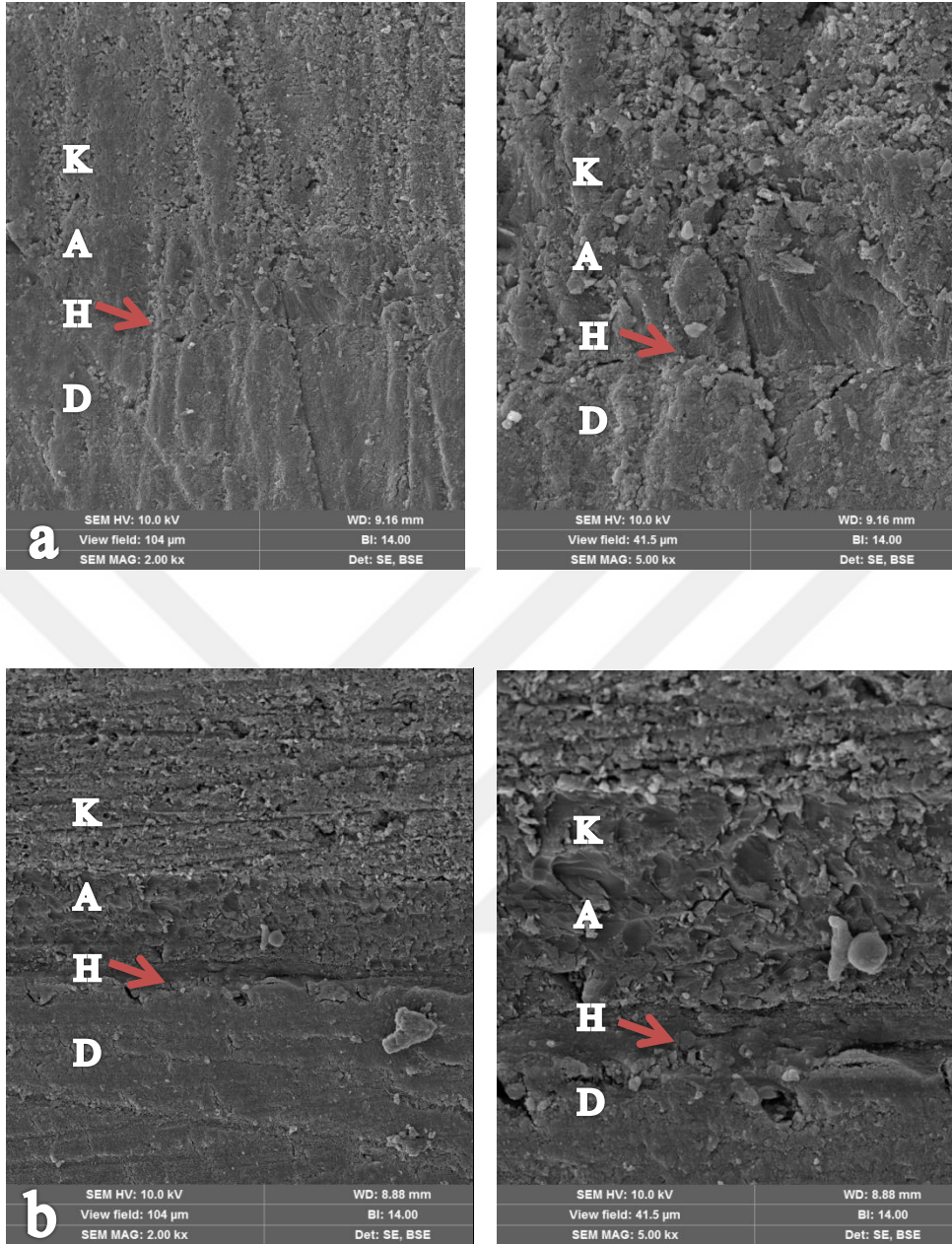


Şekil 4.6. Kontrol gruplarına ait taramalı elektron mikroskobu görüntüleri a) Vertise™ Flow, b) Fusio Liquid Dentin
K: Kompozit, D: Dentin

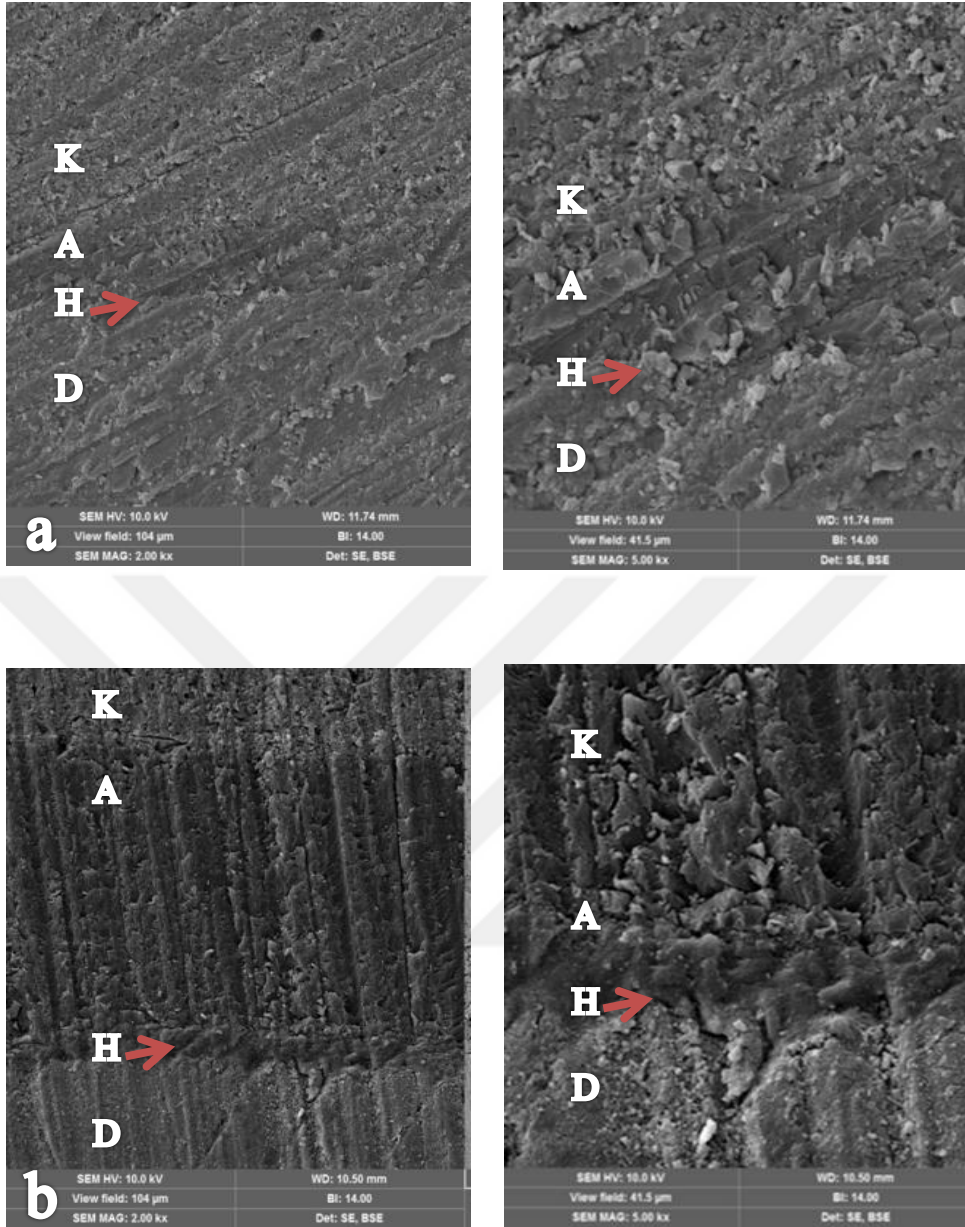


Şekil 4.7. Clearfil Universal Quick adezivinin Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch

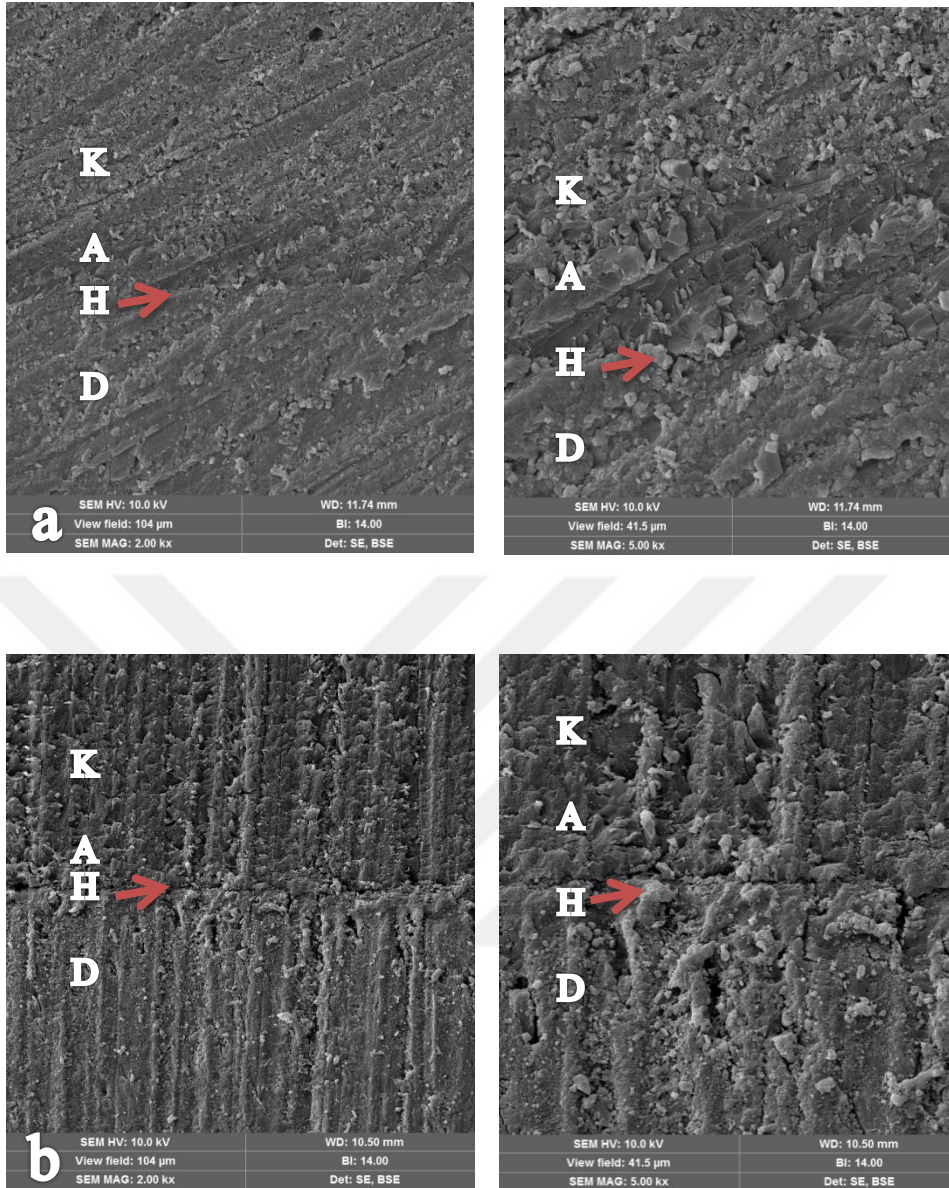
K: Kompozit, D: Dentin, H: Hibrid tabakası, A: Adeziv tabaka



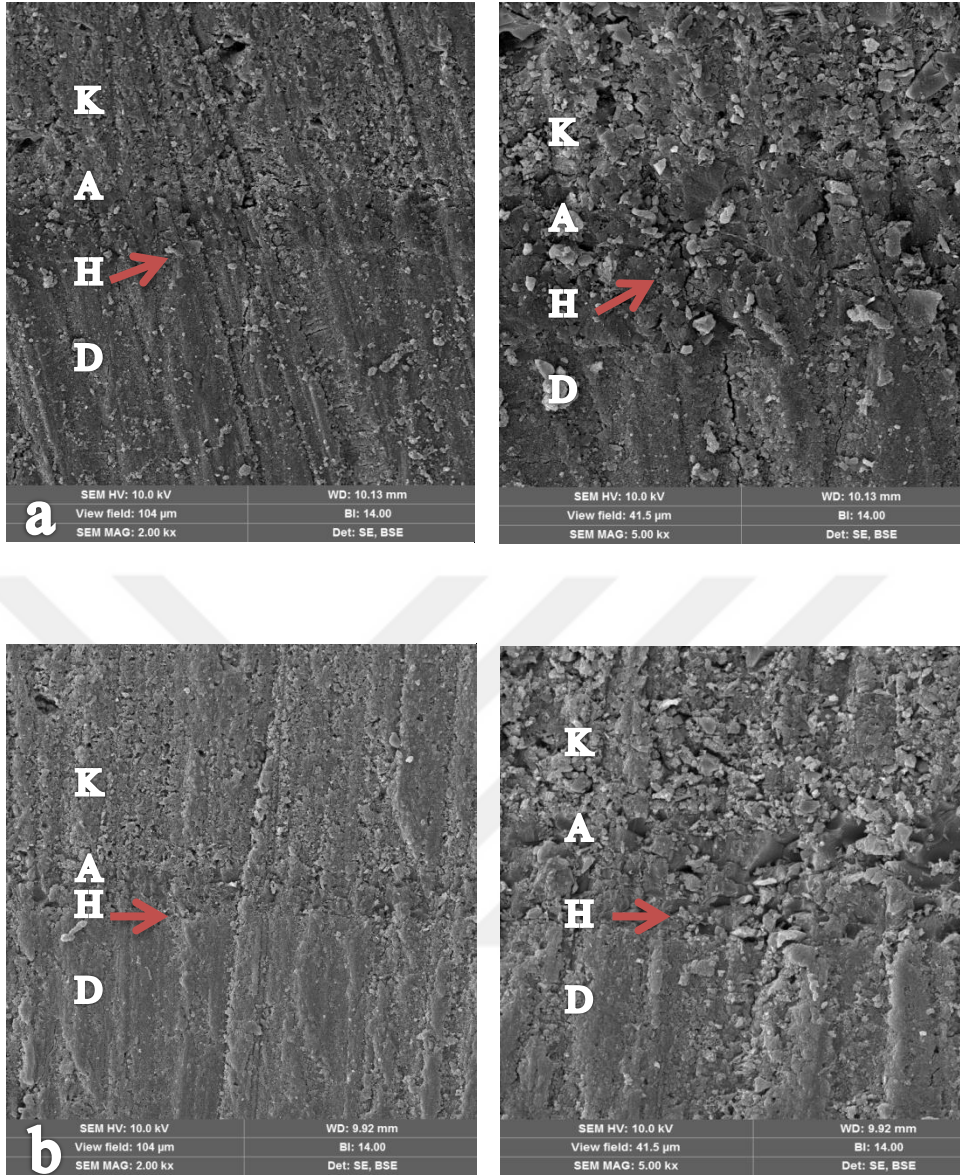
Şekil 4.8. Clearfil Universal Quick adezivinin Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



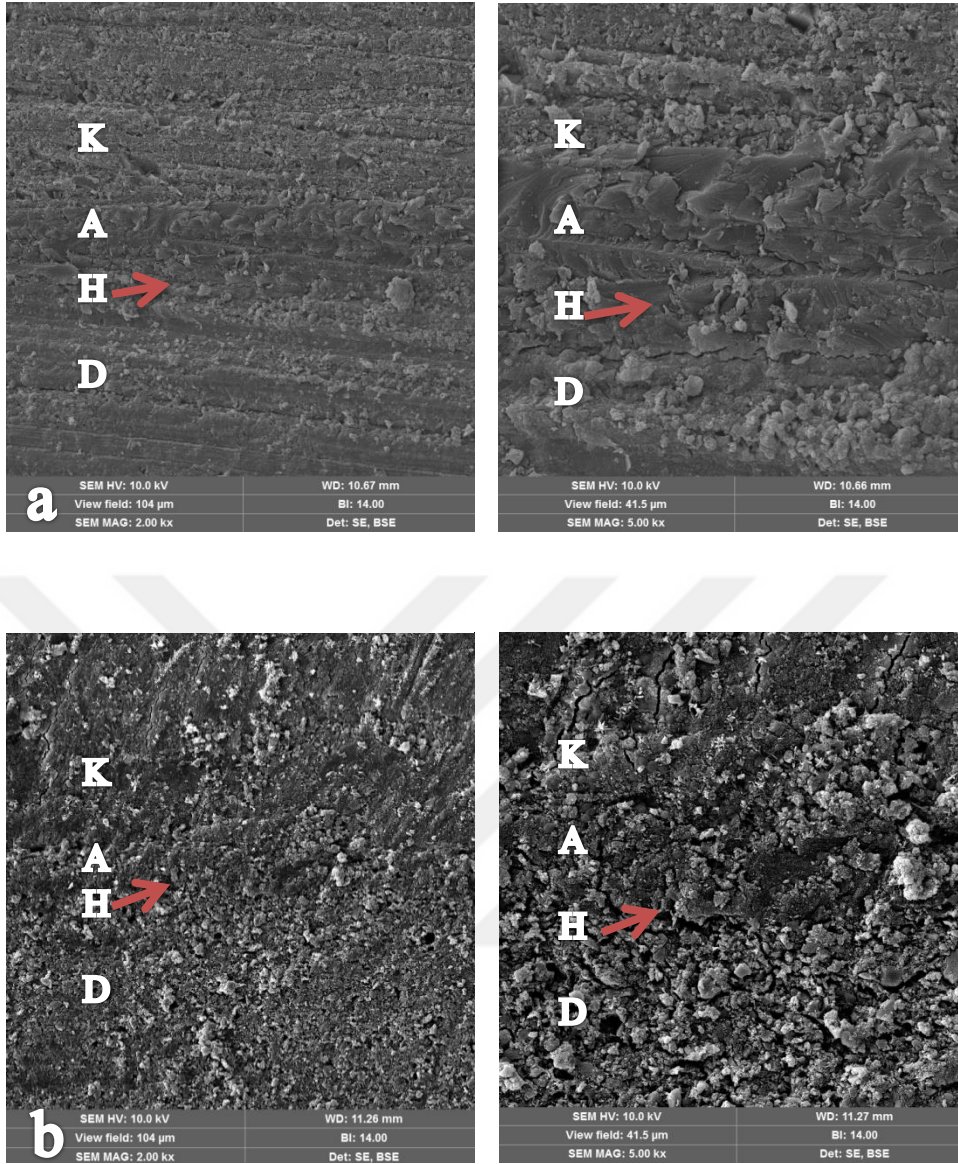
Şekil 4.9. Single Bond Universal adezivinin Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



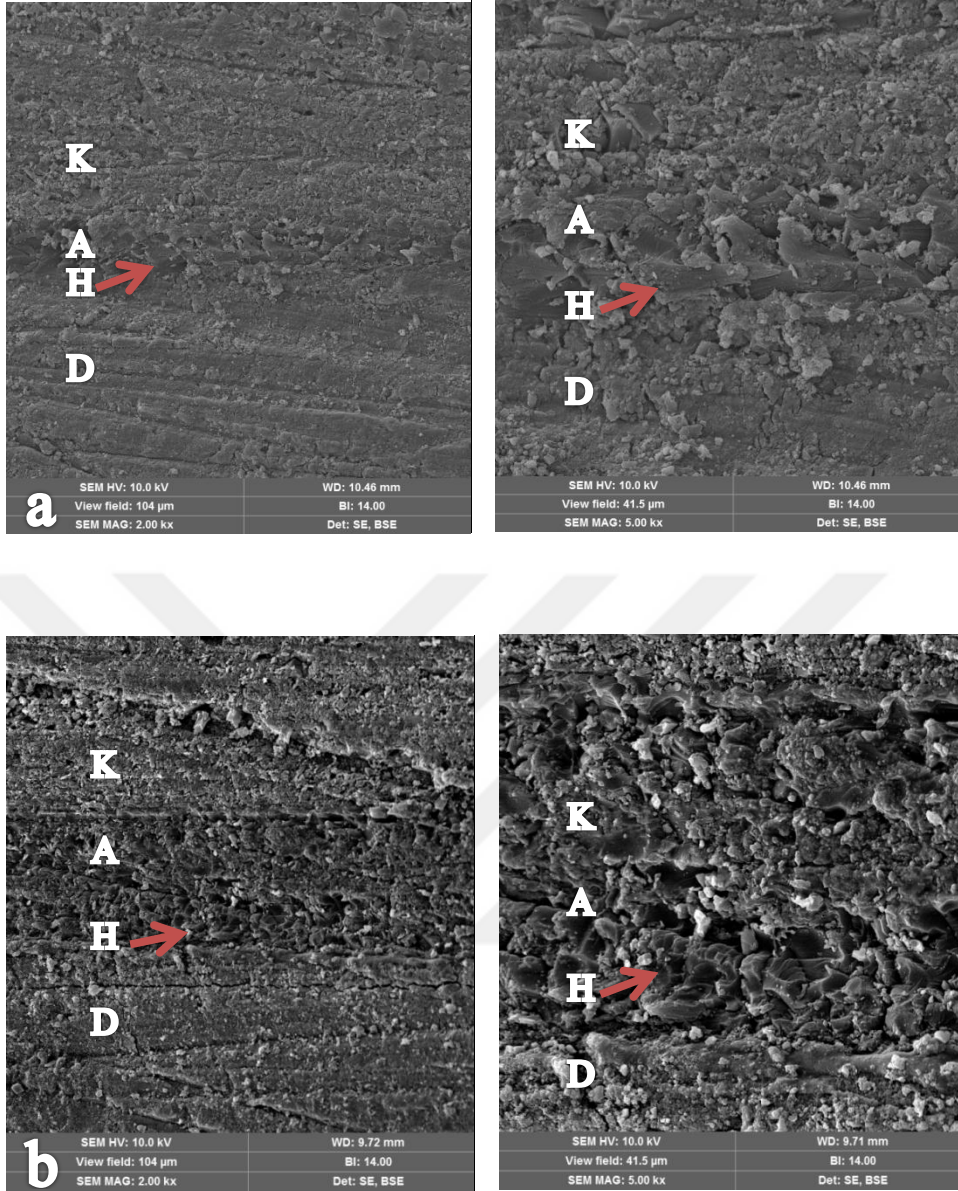
Şekil 4.10. Single Bond Universal adezivinin Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



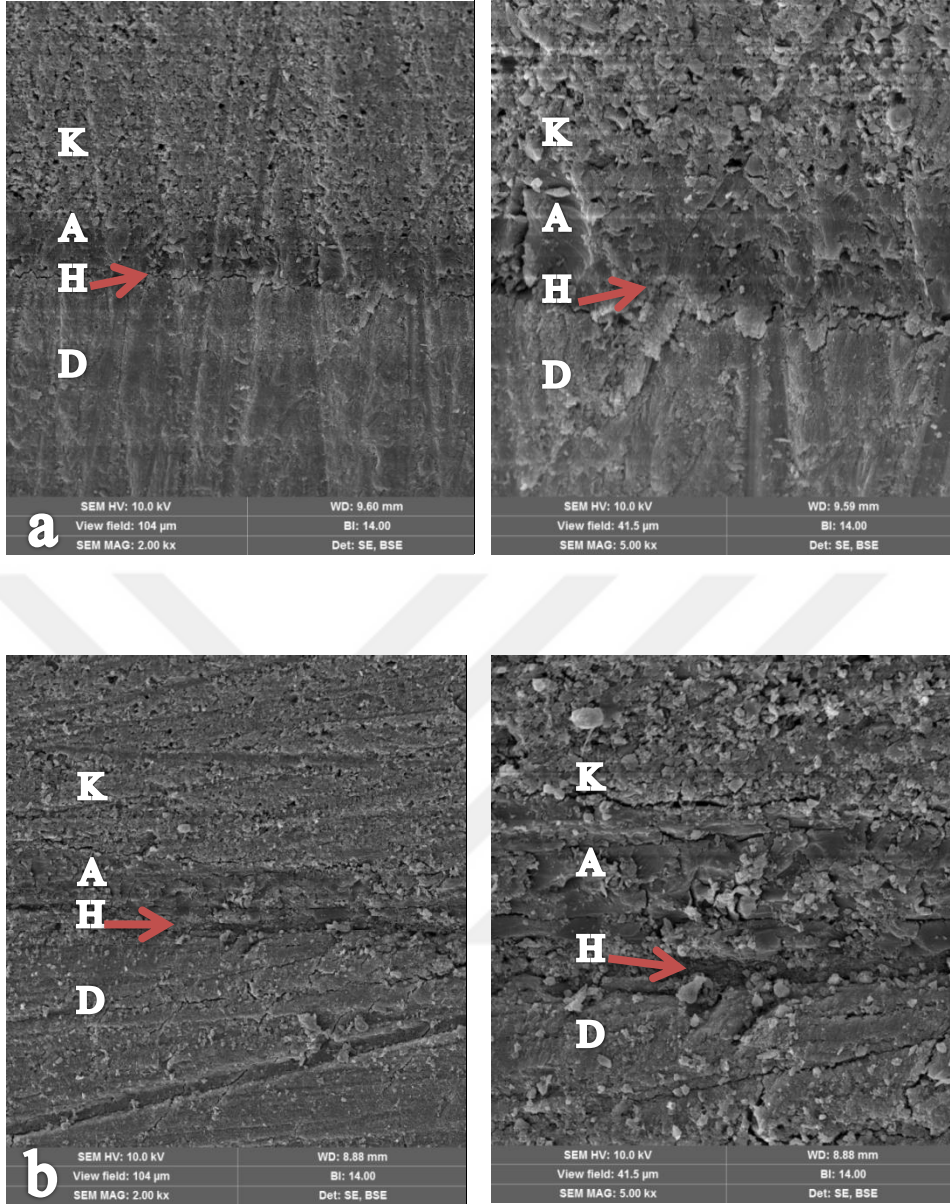
Şekil 4.11. Allbond Universal adezivinin Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



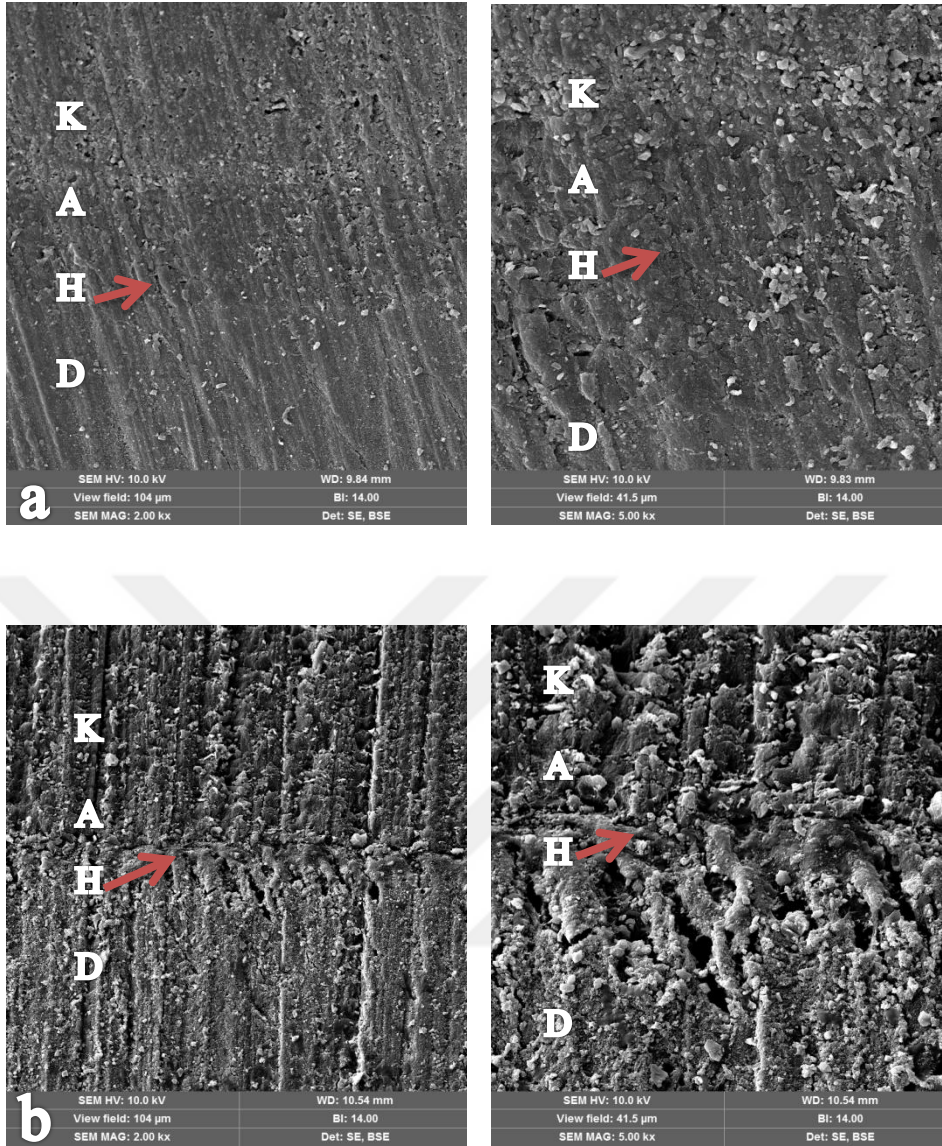
Şekil 4.12. Allbond Universal adezivinin Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



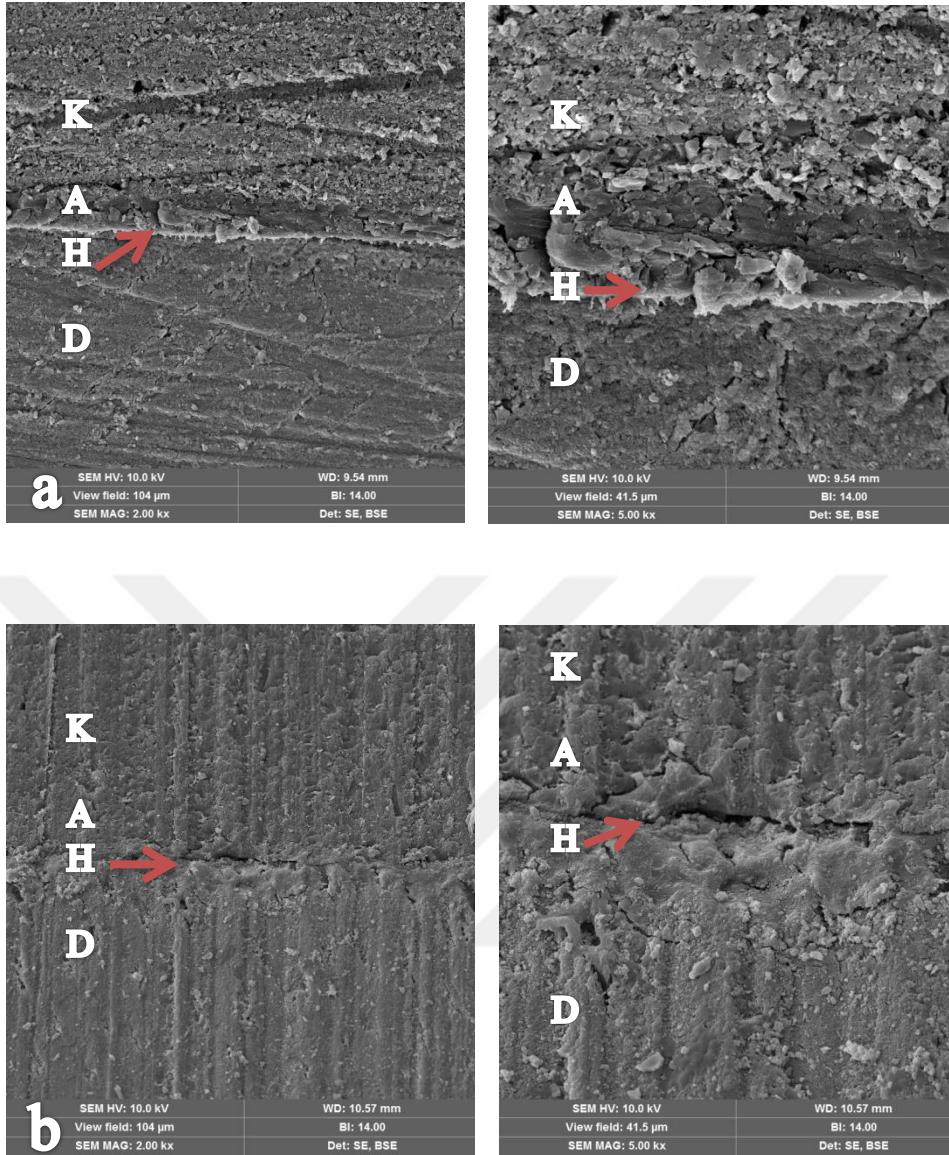
Şekil 4.13. Prime Bond Universal adezivinin Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



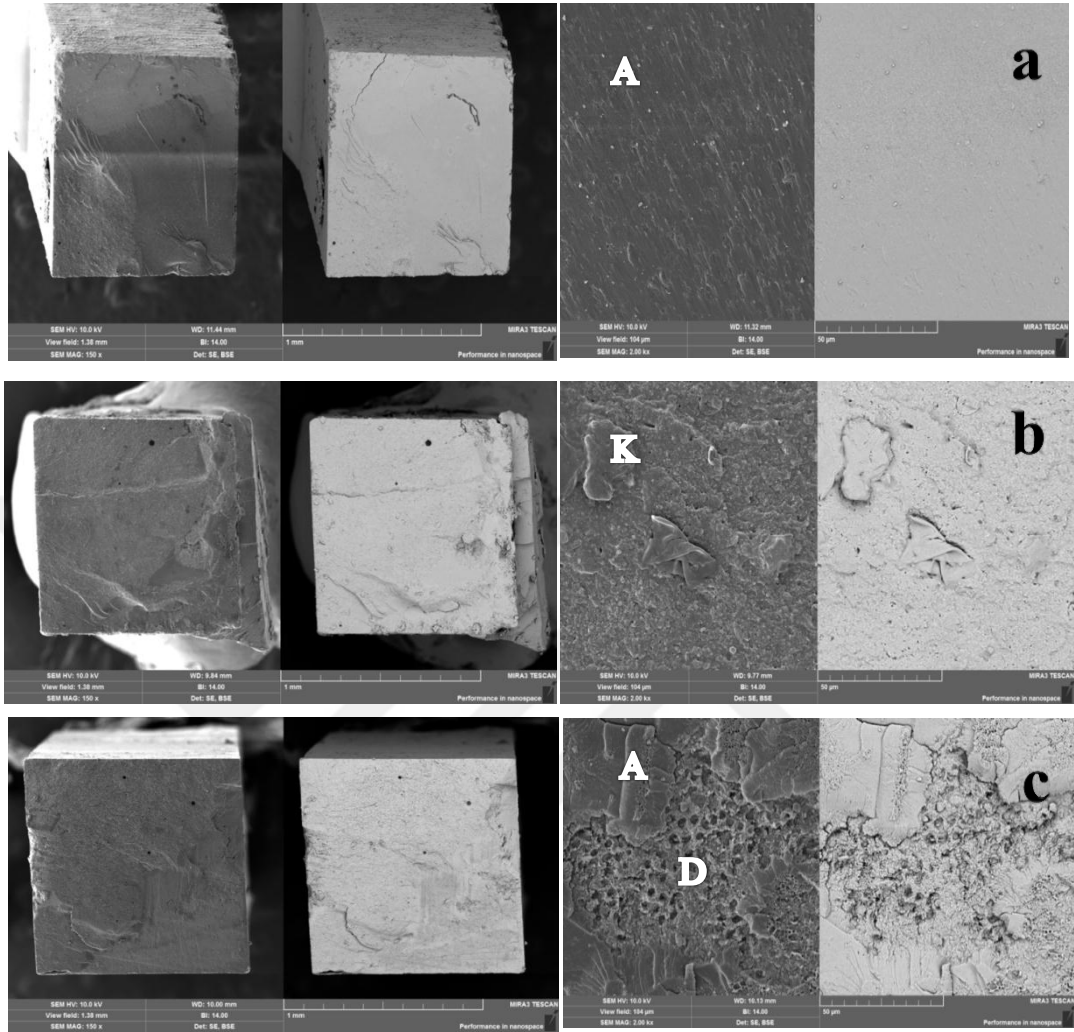
Şekil 4.14. Prime Bond Universal adezivinin Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



Şekil 4.15. Futura Bond Universal adezivinin Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



Şekil 4.16. Futura Bond Universal adezivin Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımına ait SEM görüntüleri a) self-etch, b) total-etch



Şekil 4.17. Kopma tiplerine ait SEM incelemesi a) adeziv tip kopma b) koheziv tip kopma c) miks tip kopma

K: Kompozit, D: Dentin, A: Adeziv tabaka

5. TARTIŞMA

Diş hekimliğinde güncel materyallerin piyasaya sürülmeden önce, dişe olan bağlantılarının, performanslarının ve etkinliklerinin değerlendirilmesi önemlidir. Bu değerlendirmeler, laboratuvar ve klinik çalışmalar ile farklı şekillerde yapılmaktadır.

Klinik çalışmalar, materyallerin geliştirilmesi sürecinde en ideal yöntemler olarak görülmelerine rağmen ağız ortamındaki değişik streslerin restorasyona aynı anda etki etmesi nedeniyle restorasyonların başarısızlığına neden olan gerçek sebepleri belirleyemeyebilirler. Bunun yanında ağız içindeki faktörlerin etkisi her birey için farklı olabilmektedir. Laboratuvar testleri sayesinde, diğer faktörler sabit tutularak, tek bir faktörün etkisi izlenebilmektedir (41). Bu testlerin amacı, materyal veya tekniklerin klinik sonuçlarının önceden tahmin edilmesi için veri toplamaktır (138). Ayrıca üretici firmaların, sürekli yeni materyaller üretmeleri ve bunları piyasaya sürmeleri, araştırmacıların da bu materyallerin etkinliğini değerlendirmek ve özelliklerini analiz etmek için laboratuvar çalışmaları gibi basit ve hızlı yöntemleri tercih etmelerine sebep olmaktadır (139). Mason ve ark. (140), 4 farklı adeziv sistemin dentine olan bağlanma dayanımı değerlerini in vivo ve in vitro koşullarda hazırlanan örneklerle karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda klinik ve laboratuvar verileri arasında belirgin fark olmadığını ve in vitro testlerin güvenilir sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Standardizasyonu sağlanmanın daha kolay olması ve kısa sürede sonuç alınabilmesi sebebiyle bizim çalışmamız da in vitro olarak planlanmış ve araştırmamızda mikrogerilim bağlanma dayanımı testi kullanılmıştır.

5.1. Test Metodolojisinin Değerlendirilmesi

ISO standartları diş dokusuna adezyonu değerlendirmek için insan daimi premolar/molar dişleri veya 5 yaşından büyük olmayan sığır mandibular kesici dişlerinin kullanılmasını önermektedir (141). Ancak insan ve sığır dişleri arasındaki yapısal farklılıklar nedeniyle insan dişleri daha çok tercih edilmektedir (142). Sığır dentin dokusunda insan dentin dokusundan daha az sayıda fakat daha geniş çaplı dentin tübüllerinin bulunduğu tespit edilmiştir (143). Çalışmalarda standardizasyonun sağlanabilmesi için, çürüksüz ve restorasyon içermeyen dişler

tercih edilmektedir (144). Ancak araştırmalarda kullanılan dişlerin sahiplerinin yaşları, kùltùrleri, diyet alışkanlıkları ve sağlık durumları ile dişlerin birleşimi ve yapıları standardize edilebilir değildir (141). Morfoloji ve bağlanma dayanımını inceleyen çalışmalar, substratın özelliklerinin adeziv/dentin arayüzünde oluşan bağlanmayı direkt olarak etkilediğini göstermiştir. Sağlıklı ve etkilenmiş (ürükten etkilenmiş veya sklerotik) dentin yüzeylerinde, aynı materyalin test edildiği çalışmalarda etkilenmiş dentin yüzeylerinde bağlanma dayanımı kuvvetinde %30-40 oranında azalma olduğu bildirilmiştir (145). Çalışmamızda da bu sebeplerden dolayı çürük ve restorasyon içermeyen, dentin yüzey alanları da istediğimiz sayıda numune elde etmek için elverişli olan insan 3. büyük azı dişleri kullanılmıştır. Dişlerin alışma öncesi toplanma ve saklanma koşulları da bağlanma kuvveti değerlerini etkilemektedir. ekilmiř dişler bakteriler ile kontamine olduğu için, kan yoluyla bulaşan hastalıkları yayma riskleri taşırlar. Dişlerin saklandığı solüsyonlar bakterisit veya bakteriositatik etkiye sahip olmalıdır. Kloramin, formalin, sodyum hipoklorit, timol, alkol ve gluteraldehit bu özelliğe sahip solüsyonlardandır (146). ISO standartlarına göre dişler çekim sonrası en fazla bir hafta %0.5 kloramin-T trihidrat bakteriyostatik/bakteriyosit solüsyonunda bekletilerek ardından +4 °C’de distile suda bekletilmeli ve periyodik olarak değiştirilmelidir. Diş tarafından absorbe edilerek diş yapısını değiştirebileceğinden herhangi bir kimyasal ajan eklenmemelidir (146). Çalışmamızda kullanılan dişler de diş taşı ve doku artıklarından arındırıldıktan sonra 1 hafta boyunca %0.5 kloramin T solüsyonunda, ardından da +4 °C’lik distile suda bekletilmiştir. Dişlerin saklandığı distile su birer hafta arayla yenilenmiştir. Diş yapısındaki değişikliklerin çođu çekimden sonraki ilk günlerde veya birkaç hafta içerisinde olmaktadır. Bu nedenle dişlerin, diş çekimini takiben en fazla 6 ay içinde kullanılması önerilmektedir (146). Çalışmamızda da dişler çekimden sonra en fazla 6 ay içerisinde kullanılmıştır.

Adeziv sistemlerin dentine bağlanma dayanımlarını etkileyen en önemli faktörlerden birisi de dentinin histolojik yapısıdır. Yüzeyel dentinden derin dentine doğru kimyasal içerik değişmekte, kollajen içeriği azalmakta, kanal sayısı artmakta ve kanal çaplarının genişliğinin artmasına bağlı olarak bağlanma dayanım değerleri değişmektedir. Yapılan mikrogerilim çalışmaları incelendiğinde büyük

çoğunluğunda yüzeyel düz dentin yüzeyinin kullanıldığı görülmektedir (147-154). Bizim çalışmamızda da su oranı düşük olan yüzeyel dentin bölgesi kullanılmıştır.

İn vitro çalışmalarda bağlanma dayanımı ölçümü yapılacak dentin yüzeylerinde smear tabakası standardizasyonu sağlanması için 180-1200 grenli silikon karbit zımparalar; ince, orta, kalın grenli elmas frezler veya karbit frezlerin kullanımı önerilmektedir (155). Smear tabakası oluşturulma şekli, self-etch adezivlerin demineralizasyon etkinliğini etkilemektedir. Elmas frezler ile oluşturulan smear tabakası, silikon karbit zımparalarla oluşturulan smear tabakasından daha yoğun bir yapıya sahiptir (26). Bu nedenle çalışmamızda standardizasyonun sağlanması için dentin yüzeylerinde sırasıyla 600-800-1200 gritlik silikon karbit kağıt kullanıldı.

Kompozit rezinler ve adeziv sistemler ile yapılan in vitro bağlanma dayanımı çalışmalarında, ağız içi şartların çalışmalara yansıtılamaması araştırma sonuçlarının güvenilirliğini olumsuz etkilemektedir (156). Bu sebepten dolayı, farklı yaşlandırma yöntemlerinden biri olan termalsiklus uygulaması, birçok çalışmada uygulanan yöntemlerden birisidir (157). Literatürde termal siklus sayısı 100-50000 arasında değişiklik göstermektedir. İn vitro araştırmalarda, 10000 kez yapılan termalsiklus uygulanmasının bir yıllık doğal döngüyü taklit ettiği rapor edilmiştir (113). Tsujimoto ve ark. (111), universal adezivlerin daimi diş dentinine olan bağlanma dayanımlarını makaslama bağlama dayanımı test yöntemi ile değerlendirdikleri çalışmalarında; 10000 devir termal siklus uygulanan ve uygulanmayan gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu belirtmişlerdir. Termal siklus sayısı kadar numunelerin içine daldırıldığı banyoların ısı aralığı da değişkenlik gösteren parametrelerdir. Termal siklus işlemindeki ısı aralığının alt limiti olarak suyun donma derecesi, üst limiti olarak buharlaşma sıcaklığının yarısına yakın değeri en kabul gören ısı aralığı değerleridir (158). Biz de araştırmamızda, tüm örnekler 5-55 °C arasında 30 sn daldırma süresi ve kaplar arasında transfer zamanı 3 sn olacak şekilde 10000 defa termal siklus uyguladık.

Günümüzde kompozit rezin materyallerin polimerize edilmesinde çoğunlukla halojen veya Light Emitting Diode (LED) ışık cihazları kullanılmaktadır. LED ışık cihazları yaklaşık olarak 480 nm dalga boyunda ışık üretimi sağlarlar ve bu dalga

boyundaki ışık, kompozit yapısındaki polimerizasyon başlatıcı Kamforkinon ile uyumlu olduğundan ilave bir filtre kullanımına gereksinim duyulmaz (159). Çalışmamızda kullandığımız kompozitlerde de polimerizasyon başlatıcı olarak kamforkinon (470-480 nm) mevcut olduğu için adeziv rezinlerin ve kompozit rezinlerin polimerizasyonunda LED ışık cihazı tercih edildi.

Günümüzde materyallerin bağlanma dayanımının değerlendirilmesi, adeziv sistemlerin geliştirilerek klinik performanslarının önceden tahmin edilmesi için vazgeçilmez yöntemlerdir. Adeziv sistemlerin in vitro koşullardaki performansı ve dentine olan bağlanma dayanımı, genellikle gerilme testi ile ölçülmektedir. Çalışmalarda yaygın olarak kullanılan gerilme bağlanma dayanımı testi, makrogerilim ve mikrogerilim bağlanma dayanımı testi olarak ikiye ayrılmaktadır. Makrogerilim bağlanma dayanımı testinde, büyük kütleli kompozit blokların dentine adezyonu test edilirken, mikrogerilim bağlanma dayanımı testinde, kompozit ile dentin arasındaki bağlanma yüzeyinin çok daha küçük olduğu örnekler test edilmektedir (41, 127, 160). Sano ve ark. (126) tarafından 1994 yılında geliştirilen mikrogerilim test yöntemiyle, makro test yöntemlerinin sağlayamadığı, klinikle daha uyumlu bölgesel bağlanma kuvvetini belirlemek mümkün olmuştur.

Mikrogerilim testi için kum saati, çubuk veya halter gibi şekillerde farklı geometrilere sahip örnekler hazırlanabilmektedir. Örneğin şekli arayüzde homojen bir stres oluşturulmasında önemli bir etkiye sahiptir. Stres konsantrasyonu tamamen ortadan kaldırılamasa da en aza indirilmelidir. Kum saati şeklindeki örneklerde bağlanma yüzeyine gelen kuvvetlerin daha geniş bir alana dağılması sebebiyle düşük bağlanma kuvveti değerleri elde edilir (122). Kum saati şekilli numunelerin daha iyi bir stres dağılımı olmasına karşın numunelerin hazırlanma süreci daha fazla işlem gerektirir. Aşındırma işlemi eğer özenli bir şekilde yapılmazsa arayüzde kolaylıkla defektler oluşabilir ya da kırılğan yapı ve zayıf bağlanmaya sahip numunelerde kopmalar oluşabilir. Elle hazırlamada arayüz aerotör kullanılarak hazırlanır. Bu yöntem çok emek gerektirmesinin yanında uygulayıcının becerisi ile de ilişkilidir. Aerotör kullanılarak hazırlanan örneklerde frez hareketlerinin kontrolünün güç olması sebebiyle örnekler, uygun olmayan kesme kuvvetlerine maruz kalabilir ve bağlanma arayüzünün standart olarak hazırlanması zorlaşır. Örneklerin

standardizasyonu için ise özel ekipman veya bilgisayarlı sayısal kontrolle üretim metotları gerekir (138, 161, 162).

Örnek hazırlama sırasında oldukça çok görülen test öncesi kopmalar sebebiyle bazı araştırmacılar çubuk şeklinde örneklerin hazırlandığı non-trimming tekniğini önermektedirler (122). Shono ve ark. (163) tarafından ilk defa 1999 yılında, bölgesel rezin-dentin bağlanma kuvveti ölçümleri için bağlanma arayüz alanı yaklaşık 1 mm² olan çubuk şekilli numuneler hazırlanmıştır. Non-trimming metodu ile örnek hazırlama işleminin daha kolay olması, örnek şekillendirme sırasında örneğin zarar görmesi sonucu oluşan test öncesi kırılmaların bu metotta görülmemesi, daha fazla sayıda örnek elde edilebilmesi ve örnek standardizasyonunun kolaylaşması gibi bazı avantajlar elde edilmiştir (129, 164). Bizim çalışmamızda da tüm bu avantajlarından dolayı non-trimming metodu ile 1 mm² kesit alanlı çubuk şeklinde örnekler kullanılmıştır.

Bilimsel olarak kanıtlanması zor olsa da mikrogerilim bağlantı testi, adezivlerin bağlanma performanslarını değerlendirmede geleneksel makaslama bağlantı testlerinden daha iyi olması sebebiyle günümüzde yapılan bağlanma dayanımı çalışmalarının %60'ında kullanılmıştır (138). Universal adezivlerin bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda da çoğunlukla mikrogerilim bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır (3, 5, 10, 59, 64, 66, 72, 165). Çalışmamızda da dentine bağlanma dayanımının ölçülmesinde mikrogerilim bağlanma dayanımı testi kullanılmıştır.

Çalışmamızda kare kesitli çubuk şeklinde hazırlanan örnekler, LF Plus cihazı ile mikrogerilim testine maruz bırakılmıştır. Çekme anında cihazın çapraz başlığının hızı 0,5 mm/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. ISO standartlarına göre cihazın çapraz başlığının hızı (crosshead speed) 0,45 mm/dk ile 1,05mm/dk olmalıdır. Bağlanma dayanım testlerinde bu hızın düşük olması önerilir. Bunun sebebi, uygulanan çekme hızının kopma yüzeylerini etkilemesidir. Yüksek hızda daha sık koheziv kopma oluşur, bu durumda materyal hakkında yanlış veri elde edilmesine sebep olabilir. Bu nedenle çalışmamızda örneklere çekme anında uygulanan çapraz başlığın hızı 0,5mm/dk olacak şekilde ayarlanmıştır.

Mikrogerilim test cihazına örneklerin, uygulanan kuvvete paralel yerleştirilmesi de önem taşımaktadır. Uygun yerleştirilmediği takdirde örnekler üzerinde oluşabilecek gerilim kuvvetlerinden farklı kuvvetlerin ve homojen olmayan stres dağılımlarının koheziv kopma tipi oranında bir artışa sebep olabileceği düşünülmektedir (128, 155, 161). Bu sebeple çalışmamızdaki test örneklerinin mikrogerilim cihazına paralel olarak yerleştirilmesine özen gösterilmiştir.

5.2. Kendinden Adezivli Kompozitlerin ve Universal Sistemlerin Dentindeki Bağlanma Etkinliğinin Değerlendirilmesi

“Kendinden adezivli kompozit rezinlerin, daimi diş dentininde universal adeziv sistemlerle birlikte kullanılması mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini değiştirmez” olarak belirlenen hipotezimiz çalışmamızın sonucunda reddedilmiştir. Bu kompozit rezinlerin, universal adeziv sistemlerle birlikte kullanılması mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini arttırmıştır.

Kendinden adezivli kompozit rezinler, bileşimleri ve içerdikleri fonksiyonel monomerler açısından farklılık gösterirler. Vertise™ Flow akışkan kompozit, diş yapısındaki kalsiyum iyonlarıyla kimyasal bağlantıdan sorumlu olan GPDM monomeri içermektedir. Fusio Liquid Dentin akışkan kompoziti ise, karboksilat grupları ve hidroksiapatit içindeki kalsiyum arasında iyonik bağlar oluşturabilen 4-MET içerir. Bu monomer sayesinde hidroksiapatite kimyasal olarak bağlandığı bilinmektedir (166).

Poitevin ve ark. (167), Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow kompozitlerini; geleneksel bir akışkan kompoziti 4 farklı tek aşamalı self-etch adeziv (AdheSe One, Adper Prompt L-Pop, iBond, Xeno V) ve üç aşamalı total-etch adeziv sistemle (OptiBond FL) birlikte kullanarak dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımları bakımından karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre kendinden adezivli kompozitler, en düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini göstermişlerdir. Akışkan kompozitlerin total-etch teknikle kullanımlarına ait mikrogerilim bağlanma dayanımları, self-etch teknikle kullanımlarına ait mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Fusio Liquid Dentin grubu, Vertise™ Flow grubundan daha yüksek bağlanma dayanımı

değerleri gösterirken; dentinde asitleme işlemi yapılarak kullanılan Vertise™ Flow grubundan ise daha düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. Vertise™ Flow kendinden adezivli akışkan kompozitin uygulanmasından önce mine/dentin yüzeyi fosforik asitle dağlanırsa, bağlanmasında artış olduğu rapor edilmiştir (168, 169). Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow kendinden adezivli akışkan kompozitlerinin bağlanma değerlerindeki farklılığın bir nedeni olarak; bu kompozitlerin doldurucu içeriklerinin farklı olması düşünülmüştür. Fusio Liquid Dentin'de ağırlıkça %65, Vertise™ Flow'da ağırlıkça %70 doldurucu bulunmaktadır. Dolayısıyla Fusio Liquid Dentin'in, diş yüzeyine daha kolay yerleşeceği, uygulama aletine daha az yapışacağı ve mine ile dentini daha kolay ıslatabileceği düşünülmektedir (167).

Yazıcı ve ark. (170), dentin yüzeyinde lazerle pürüzlendirmenin kendinden adezivli akışkan kompozit rezinlerin makaslama bağlanma dayanımlarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında; lazer uygulaması sonrası Vertise™ Flow'un bağlanma dayanımının arttığı fakat, geleneksel bir akışkan kompozit rezin olan Premise Flow'dan daha düşük bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği ve bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Bektaş ve ark. (171), çalışmalarında Vertis Flow kendinden adezivli akışkan kompozitini adeziv uygulayarak ve uygulamayarak daimi diş dentinine olan bağlantısını mikromakaslama testi ile karşılaştırmışlardır. All-in-one self-etch adeziv (Optibond) ile uygulanan Vertis Flow grubu anlamlı derecede yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiş ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde Vertis Flow kompozitinin universal adezivlerle kullanımı daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Pacifici ve ark. (172), Vertis Flow kendinden adezivli akışkan kompozitinin, geleneksel bir akışkan kompozitin (Premise Flowable), geleneksel bir cam iyonomer simanın (Fuji IX GP) ve bir rezin modifiye cam iyonomer simanın (Fuji II) süt dişi dentinine olan makaslama bağlanma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre Vertis Flow kompozitine ait bağlanma dayanımı değerleri, geleneksel cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer simanın bağlanma dayanımı

değerleri ile benzer sonuçlar göstermiş ve bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tuloğlu ve ark. (173), Vertise™ Flow akışkan kompozitini adezivsiz ve Optibond All-İn-One (Kerr Dental, Orange, CA, USA) tek aşamalı self-etch adeziv sistemle birlikte uygulayarak; geleneksel akıcı bir kompozitle (Ultimate Flow) süt ve daimi dişlerdeki makaslama bağlanma dayanımı değerlerini karşılaştırmışlardır. Hem süt, hem de daimi dişlerde en yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin Optibond+Ultimate Flow grubunda, en düşük değerlerin ise Vertise™ Flow akışkan kompozitinin tek başına uygulandığı grupta olduğunu bulmuşlardır. Vertise™ Flow grubunda bağlantının düşük çıkmasını, içerisindeki bonding ajanın, demineralize dentine yetersiz infiltrasyonu, dentin tübüllerinin etkili bir şekilde kapatılamamasıyla, açıkta kalan kollajen fibrillerin çökmesi ve kompozit rezinin bozulmasıyla ilişkili olabileceğine bağlamışlardır (174). Çalışmamızda da Vertise™ Flow'un adezivsiz uygulandığı kontrol grubuna ait SEM görüntülerinde de kompozit içerisinde yer alan bonding ajanın dentine yeterli infiltre olamadığı ve hibrit tabakası izlenemediği görülmüştür.

Çalışmamızda Fusio Liquid Dentin kompozit grupları, Vertise™ Flow kompozit grupları ile karşılaştırıldığında daha düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri gösterdi ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). Altunsoy ve ark. (168), Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow kendinden adezivli akışkan kompozitlerinin daimi diş dentinine adezivsiz ve farklı yüzey pürüzlendirmeleri sonrası mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, Fusio Liquid Dentin kompozitinin daha düşük değerler verdiği sonucuna varmışlar ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Vertise™ Flow kompozitinin içeriğinde bulunan dimetakrilat fonksiyonel grupları, diğer metakrilat monomerleri ile çapraz bağlanma reaksiyonlarına katılarak materyale mekanik dayanıklılık sağlar. Kompozitin, dental dokularla hafif asidik self-etch adezivlere benzer şekilde etkileşime girmesi beklenebilir. Fusio Liquid Dentin, Vertise™ Flow'dan farklı olarak nano boyutlu amorf silika ve cam doldurucu maddeler içeren 4-MET bazlı bir akışkan kompozittir. Kompozitin diş yüzeyi ile temasında, metakrilat monomerlerinin negatif yüklü

karboksilik asit grupları diş yapısındaki mineral iyonlarına bağlanır. Karboksilik asit gruplarının nötralizasyonu ve monomerlerin polimerize edilmesiyle, dentine bağlanma ve sızdırmazlık yeteneğinde artış sağlanır (8). İki materyalin bağlanma dayanımları arasındaki farklılık, kompozisyonlarından ve adezyon mekanizmalarından kaynaklanabilir. Brueckner ve ark. (109), Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow'un bağlanma dayanımları arasındaki bu farklılığın, kendinden adezivli kompozitlerin farklı fonksiyonel monomerlere ve kompozisyonlara sahip olmasından kaynaklandığını düşünmektedirler.

Memarpour ve ark. (175), süt dişi dentininde Vertise™ Flow kompozitini adezivsiz ve bir all-in-one self-etch adeziv (OptiBond) ile birlikte uygulayarak geleneksel bir akışkan kompozit olan Premise Flowable ile makaslama bağlanma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, Vertise™ Flow' un diğer gruplara kıyasla düşük bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuşlardır.

Durmuşlar ve Ölmez (176), farklı adeziv teknikleri ile uyguladıkları akışkan kompozitlerin süt dişi dentinine olan mikrogerilim bağlanma dayanımlarını in vitro olarak değerlendirmişlerdir. Tek basamaklı self-etch adeziv ile uygulanan G-aenial Universal Flo (GC Europe) ve iki basamaklı total-etch adeziv ile uygulanan Tetric® N-Flow (Ivoclar/Vivadent) akışkan kompozitlerinin, adeziv kullanılmadan uygulanan Vertise™ Flow kompozitine göre yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuşlardır. Taramalı elektron mikroskobu ile kırık tiplerinin incelenmesinde ise; G-aenial Universal Flo grubunda %40 koheziv, Tetric® N-Flow grubunda %53.3 miks, Vertise™ Flow grubunda %83.3 adeziv kırık tipi gördüklerini belirtmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde, bonding ajan kullanılmadan uygulanan kendinden adezivli akışkan kompozit gruplarında yüksek oranda adeziv kırık tipi ve daha düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri görülmüştür.

Peterson ve ark. (12), Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow kendinden adezivli akışkan kompozitlerinin daimi diş dentinine olan makaslama bağlanma dayanımı sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Bu kompozitlerin, adezivsiz uygulanmaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmezken; Optibond

FL (Kerr Dental, Italy) self-etch adezivi ile kullanımlarında Fusio Liquid Dentin, Vertise™ Flow kompozitinden daha yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerleri göstermiş ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonucun kendinden adezivli akışkan kompozitlerin farklı bileşimler ve farklı fonksiyonel monomerler içermesine bağlı olarak, dentin tabakasıyla olan bağlantı farklılığından kaynaklandığını ileri sürmektedirler (109).

Adeziv diş hekimliğinde karşılaşılan en büyük problemlerden biri hem mine hem dentine uygun bağlanma dayanımı sağlayan, teknik hassasiyet gerektirmeyen, uzun ömürlülüğü olan çok yönlü bir bağlayıcı ajan gereksiniminin karşılanmasıdır (58, 177, 178). Bu sebeple diş hekimine self-etch veya total-etch yaklaşımlarından uygun olanı kullanmalarına izin veren “universal” ya da “multi-mod” olarak adlandırılan adeziv sistemler tasarlanmıştır (63). Bununla birlikte, bu “multi-mod” adeziv sistemler için en iyi protokolün seçilmesi, sınırlı klinik kanıtlar nedeniyle zordur (179, 180).

Universal adezivler çok zayıf asidik adeziv ($\text{pH} > 2$) grubundadır. Bu sebeple universal adezivler self-etch modunda mineyi yeterince demineralize edememektedirler (65). Çalışmalarda universal adezivlerin minede fosforik asit ile asitleme işlemi yapıldığında, daha yüksek bağlanma dayanımı değeri sonuçları gösterdiği bulunmuştur (4, 65). Rosa ve ark. (63), tarafından yapılan bir meta-analizde ise, hafif universal adeziv sistemlerin dentine bağlanma dayanımı değerlerinde, total-etch ve self-etch uygulamalar arasında anlamlı bir farklılık görülmezken; ultra-hafif adeziv sistem olan All bond Universal’ in total-etch uygulamasının, self-etch uygulamasından anlamlı şekilde yüksek bağlanma değerleri gösterdiği bildirilmiştir.

Universal adeziv sistemlerin, daimi diş dentinine olan bağlanma dayanımının makaslama bağlanma dayanımı testi ile değerlendirildiği çalışmalar, total-etch modda kullanılmalarının dentine olan bağlanma dayanımını arttırdığını göstermişlerdir (68, 181). Çalışmamızda kullanılan universal adezivlerin total-etch kullanımları self-etch kullanımlarına kıyasla daha yüksek mikrogirilim bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. Çalışmamızın sonuçlarına benzer olacak şekilde Munoz ve ark. (3), Single Bond Universal ve All Bond Universal adezivlerin

bağlanma dirençlerini mikrogerilim testi ile incelemişler ve araştırmacılar her iki adezivin de total-etch olarak kullanıldıklarında mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Bunun sebebi olarak da, asit uygulaması ile smear tabakasının uzaklaştırılarak daha iyi bir bağlantı elde edilebilmesi olduğunu düşünmektedirler. Fakat araştırmamızın sonuçlarından farklı olarak; universal adeziv sistemlerin, total-etch modda uygulanmaları sırasında dentinde yapılan asitleme işleminin, dentine olan bağlanma dayanımını etkilemediğini bildirmiş bazı çalışmalar da mevcuttur (10, 64). Bu durumun sebebi olarak ise, yapılan asitleme işlemi ile dentindeki hidroksiapatitin uzaklaşmasıyla, ortamda kalan hidroksiapatitin miktarı azaldığı için, adezivin içerdiği monomer ile yapılan kimyasal bağlantının olumsuz etkileneceği düşünülmektedir (6).

Chen ve ark. (9), All Bond Universal, Clearfil Universal Bond, Futurabond U, Prime&Bond Elect ve Single Bond Universalin iki farklı uygulama tekniğinde (total-etch ve self-etch) dentine bağlanma etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, total-etch uygulamanın dentine bağlanmada herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığını belirtmişlerdir.

Zebic ve ark. (182), Single Bond Universal ve Ipera Bond adezivlerini total-etch ve self-etch modda düz dentin yüzeyine uygulayıp suda farklı bekletme süreleri (24 saat, 6 ay) sonrası mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında; total-etch teknikle uygulamaya ait bağlanma dayanımı değerlerinin self-etch teknikle uygulamaya ait bağlanma dayanımı değerlerinden daha yüksek olduğu fakat uzun dönem değerlendirmede total-etch teknikle uygulamaya ait bağlanma dayanımı değerlerinde daha fazla düşüş görüldüğü sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde adeziv sistemlerin, total-etch teknikle kullanım değerleri self-etch teknikle kullanım değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Universal adeziv sistemler, apatite kimyasal bağlanma sağlayan 10-MDP fonksiyonel monomerini içerirler. Oluşturdukları 10-MDP-kalsiyum tuzlarının, hibrid tabakasını hidrolitik degradasyondan koruyarak bağlanma dayanıklılığına katkıda bulunduğu iddia edilmektedir (58). Çalışmamızda kullandığımız All Bond Universal, Single Bond Universal, Clearfil Universal Bond adezivleri 10-MDP

fonksiyonel monomeri içermesine rağmen, en yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini Single Bond Universal adeziv göstermiştir. Bu yüksek değerleri göstermesinin sebebi ise; 10-MDP monomerinin yanısıra kimyasal bağlanmadan sorumlu başka bir fonksiyonel monomer olan, polialkenoik asit kopolimer içermesi olduğunu düşünmekteyiz. Polialkenoik asit kopolimeri içindeki karboksil gruplarının %50'den fazlasının hidroksiapatit ile bağlanabildiği, fosfat iyonları ile yer değiştirerek kalsiyum ile iyonik bağlar kurabildiği bildirilmiştir (3, 4, 9, 10, 64). Bu kopolimeri içeren adeziv sistemlerin, hidroksiapatit içerisindeki kalsiyum ile kimyasal olarak bağlanma gerçekleştirdiği ve daha yüksek bağlanma dayanımı sergilediği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (4, 9, 183, 184).

Fu ve ark. (106), Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow kendinden adezivli kompozit rezinlerini adeziv uygulamadan; geleneksel bir kompoziti de iki farklı self-etch adeziv sistemle daimi diş dentinine uygulamaları sonrası mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini karşılaştırmışlardır. Self-etch adezivlerle geleneksel kompozitlerin birlikte kullanımı, kendinden adezivli kompozit rezinlerin adezivsiz kullanımına göre daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir ve aradaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, çalışmamızdaki kendinden adezivli kompozit rezinlerin adeziv sistemleriyle beraber kullanımı, adezivsiz kullanımlarından daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri elde edilmesini sağlamıştır ($p<0.05$).

Chen ve ark. (9), çalışmamızda kullandığımız beş farklı universal adezivin (All Bond Universal, Single Bond Universal, Clearfil Universal Bond, Prime&Bond Elect, Futurabond U,) total-etch ve self-etch kullanımlarını in vitro olarak karşılaştırdıkları araştırmalarında; Prime&Bond Elect adezivi, Clearfil Universal Bond adezivinden daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri göstermiş ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Prime&Bond Elect adezivi, 10-MDP monomeri içermemektedir. Buna rağmen, çalışmamızda Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımında 10-MDP içeren adezivlerle (All Bond Universal, Single Bond Universal, Clearfil Universal Bond) arasında mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık

görülmemiştir ($p>0.05$). Bu sonucun Prime&Bond Elect adezivinin solvent içeriğinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (63). Prime&Bond Elect aseton bazlı bir adeziv sistemdir. Asetonun buharlaşma hızının sudan daha fazla olması sebebiyle, adeziv tabakada daha fazla su kalmaktadır. Kalan suya bağlı olarak adeziv daha düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği düşünülmektedir (185).

Futurabond U adezivi, orta asiditeye sahip olup fonksiyonel monomer olarak fosfat monometakrilat içermektedir. Literatür taramasında çalışmamızla benzerlik gösteren araştırmalarda, Futurabond U adezivin total-etch modda kullanımına ait mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri self-etch modda kullanımına ait değerlerden daha yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (9, 64). Bizim çalışmamızda ise Futurabond U adezivin, Vertise™ Flow kompoziti ile kullanımında total-etch ve self-etch mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri arasında farklılık görülmezken; Fusio Liquid Dentin kompoziti ile kullanımında total-etch modda kullanım değerleri, self-etch modda kullanımına göre yüksek değerler göstermiş ve bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durumun kendinden adezivli kompozit rezinlerin farklı içeriklere sahip olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Luque Martinez ve ark.'nın (72), Prime and Bond Elect kullandıkları çalışmalarında self-etch ve total-etch gruplarının dentine bağlanma değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çalışmamıza ait Fusio Liquid Dentin kompoziti ile Primebond Universal adeziv sistemin total-etch ve self-etch kullanımlarının karşılaştırılmalarında da bağlanma dayanımı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Bu sonucun, adeziv sistemin yapısında bulunan ve adezivi matrikse taşıyıp rezinin infiltrasyonundan sorumlu olan organik çözücüler arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz (186).

Arhun ve ark. (187), All Bond Universal adezivin total-etch ve self-etch modlarını, iki basamaklı bir self-etch adezivi (Clearfil SE Bond) ve iki basamaklı bir total-etch adezivi (Single Bond2) Filtek™ Z250 kompoziti ile birlikte uygulayarak dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri bakımından karşılaştırdıkları çalışmalarında; All Bond Universal adezivin total-etch ve self-etch kullanımları

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Çalışmamızda ise All Bond Universal adezivin her iki kendinden adezivli kompozit rezinle kullanımında, total-etch modu, self-etch modundan daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan bazı çalışmalarda, All Bond Universal adezivin, total-etch modda self-etch moddan daha yüksek bağlanma dayanımı kuvveti gösterdiği bildirilmiştir (3, 10, 72, 165).

Dönmez ve ark. (188), All Bond Universal, Single Bond Universal, Clearfil Universal Bond, Prime&Bond One Select adezivlerini total-etch ve self-etch tekniklerle kullanarak dentinde Er:YAG lazerle yüzey pürüzlendirmesi sonrası olan mikrogerilim bağlanma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Total-etch teknikle kullanımda en yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerini Clearfil Universal Bond; self-etch kullanımda ise Single Bond Universal adeziv göstermiştir. Araştırmacılar bu durumun sebebinin, Clearfil Universal Bond'un diğer universal adezivler gibi aseton ve etanol içerikli olmamasından; Single Bond Universal adezivin ise polialkenoik asit kopolimerleri ve HEMA monomeri içermesinden kaynaklı olduğunu düşünmüşlerdir. Benzer şekilde Perdigao ve ark. (69), yaptıkları bir çalışmada universal adeziv olan Single Bond Universal'in dentin dokusuna, iki basamaklı self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond'dan daha iyi bağlandığını bildirmiştir. Bu durumun Single Bond Universal'in MDP ile birlikte polialkenoik asit kopolimeri içermesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Çalışmamıza ait SEM görüntüleri değerlendirildiğinde, en düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini gösteren Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow kendinden adezivli kompozitlerinin kontrol gruplarında; kompozit rezin ile dentin birleşim bölgesi gözlemlenirken, hibrid tabakası izlenmemektedir. Bu durumun, kendinden adezivli kompozit rezinlerin içerisindeki bonding ajanın, demineralize dentine yetersiz infiltrasyonu ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (174). Kendinden adezivli kompozit rezinlerin asitlemeyle birlikte uygulandığı çalışmalarda SEM görüntülerinde de çalışmamızla benzer şekilde rezin-dentin arayüzünde; smear tabakası içermeyen, uzun ve düzenli rezin uzantıları, açık dentinal tübüller izlenmektedir (13, 168).

Shafieı ve Saadat (13), alışmalarında Vertise™ Flow kompozitini adezivsiz, fosforik asit, poliakrilik asit, EDTA, NaOCl ve bir adeziv sistem ile beraber kullanarak daimi diş dentinine olan makaslama bağlanma dayanımı testi sonrası gruplara ait SEM görüntülerini karşılaştırmışlardır. Vertise™ Flow kompozitinin direkt uygulandığı kontrol grubuna ait SEM görüntülerinde kompozit rezin ile dentin birleşim bölgesinde, hibrid tabakasının izlenmediğini ve birkaç kısa rezin uzantısı oluşumunun gözlendiğini bildirmişlerdir.

Fu ve ark. (106), çalışmalarındaki Fusio Liquid Dentin ve Vertise™ Flow kendinden adezivli kompozitlerini adeziv uygulamadan kullandıkları gruplara ait görüntülerde dentin-rezin arayüzünde hibrid tabakasının izlenmediğini ve birkaç kısa rezin uzantısı oluşumunun gözlendiğini bildirmişlerdir.

Chen ve ark. (9), çalışmamızda kullandığımız beş farklı universal adezivin (All Bond Universal, Single Bond Universal, Clearfil Universal Bond, Prime&Bond Elect, Futurabond U,) total-etch ve self-etch kullanımlarını in vitro olarak karşılaştırdıkları araştırmalarında gruplara ait SEM görüntülerini değerlendirmişlerdir. Bütün adezivlerin total-etch teknikle uygulanmalarına ait görüntülerde 5-6 mm uzunlukta hibrid tabakası gözlediklerini ve her iki modda kullanımda da en belirgin hibrid tabakasının Futurabond U grubuna ait olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızdaki kendinden adezivli kompozit rezinlerin universal adezivlerle birlikte kullanıldığı gruplara ait SEM görüntülerinde; derin, düzenli rezin uzantıları ve kalın bir hibrid tabakası gözlenmektedir. En yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini gösteren Single Bond Universal adezivin total-etch modda kullanıldığı gruba ait SEM görüntülerinde ise, hibrit tabakası ve rezin uzantıları diğer gruplara kıyasla daha belirgin bir Şekilde izlenmektedir. Hibrit tabakası ve rezin uzantılarının farklı morfolojide ve kalınlıkta bulunmasının; uygulanan materyale, dentin bölgesine ve dentinde oluşturulan demineralizasyon derinliğine bağlı olduğu çalışmalarda bildirilmiştir (13, 109, 189, 190).

Kırık tiplerinin incelenmesinde kontrol gruplarında adeziv kopma tipi daha çok görülürken; deney gruplarında koheziv kopma tipi de yüksek oranda

görülmüştür. Yapılan çalışmalarda; düşük bağlanma dayanımına sahip bond sistemlerinde, adeziv kırılma tipi oranının daha yüksek olduğu ve bağlanma dayanımının düşük olduğu adeziv sistemlerden yüksek olduğu adeziv sistemlere doğru gidildikçe, miks ve koheziv kırılmaların oranında artış olduğu görülerek bağlanma dayanımı ile kırılma tipi arasında bir ilişki olabileceği belirtilmiştir (148, 191, 192). Çalışmamızdaki en yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerini gösteren Single Bond Universal adezivde en fazla koheziv tip kopma görülürken; en düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı değerini gösteren adezivesiz uygulanan Fusio Liquid Dentin kendinden adezivli kompozit rezininde ise en fazla adeziv tip kopma görülmüştür.

Diş hekimliğinde hastaların yaşı ve hekim ile olan işbirliği her zaman ideal koşullarda olmayabilir; fakat yapılan tedavilerin sonucu, hastaların tutumlarından büyük ölçüde etkilenir. Bu nedenle, özellikle çocuk diş hekimliğinde kullanılan malzemelerin uygulama süresini azaltmak önemlidir. Kullanılan sistemin tipine bağlı olarak üreticilerin talimatlarına göre; adeziv ajanların uygulama süreleri 36 ile 115 sn arasında, adım sayıları ise 5 ile 12 arasında değişebilmektedir. Rezin esaslı materyallerin teknolojileri, kompozit restorasyon uygulamalarını kolaylaştıracak yönde her geçen gün büyük ölçüde gelişmektedir (193). Total-etch sistemlerdeki uygulama basamaklarını azaltmak adına self-etch sistemler geliştirilmiş, ardından hekime kullanım kolaylığı ve seçim şansı bırakan universal adeziv sistemler kullanıma sunulmuştur. Günümüzde ise adeziv gereksinimini ve uygulama basamaklarını ortadan kaldırmak adına bonding ajanı formülasyonlarına dahil ederek, mine ve dentine bağlanmada gerekli olan adeziv uygulama basamaklarının elimine edilmesini sağlamış olan kendinden adezivli kompozit rezinler piyasaya sunulmuştur.

Kendinden adezivli kompozitler üzerinde birçok in vitro araştırma yapılmasına rağmen, klinik çalışma sayısı oldukça azdır. Sabbagh ve ark. (193), 6-12 yaşlar arasındaki 15 çocuğun daimi molar dişlerinde açtıkları sınıf I kavitelemi kendinden adezivli kompozit Vertise™ Flow ve geleneksel bir akışkan kompozit olan Premise Flowable ve ile restore edip 2 yıllık klinik takip sonucu değerlendirmişlerdir. 2 yılın sonunda, marjinal adaptasyon ve marjinal renk

değişikliği açısından her iki kompozitin de benzer sonuçlar sergilediğini ve bu farklılığın istatistik açıdan önemli olmadığını bulmuşlardır. Vichi ve ark. (194), 18-60 yaş arası 40 hastanın dişlerine açtıkları sınıf V kaviteleri kendinden adezivli kompozit Vertise™ Flow ile restore edip, 6 aylık klinik takip sonunda restorasyonların marjinal renk değişimi ve marjinal bütünlük açısından kabul edilebilir koşullarda olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebeplerle, tedaviye uyum sağlamada sorun yaşanan hastalarda bu kategorideki materyallerin kullanımının yararlı olabileceğini düşünmekteyiz.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kendinden adezivli kompozit rezinlerin, daimi diş dentininde universal adeziv sistemlerle birlikte kullanılması sonrası mikrogerilim bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği bu in vitro araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Kendinden adezivli kompozit rezinlerin universal adezivlerle beraber kullanımları dentine olan mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini arttırmıştır.
- Universal adezivlerin dentinde total-etch teknikle kullanımları, self-etch teknikle kullanımlarından daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir.
- Mikrogerilim testi sonucunda en düşük bağlanma dayanımı değerini Fusio Liquid Dentin kompozitinin adezivesiz kullanıldığı kontrol grubu göstermiştir ($p<0.05$).
- En yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerini Vertis Flow kompoziti ile total-etch modda kullanılan Single Bond Universal adeziv göstermiştir ($p<0.05$).
- Kendinden adezivli kompozitlerin dentin yüzeyine bondsuz uygulamalarına ait bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında Vertis Flow, Fusio Liquid Dentin kompozitinden daha yüksek sonuçlar sergilemiştir ($p<0.05$).
- SEM görüntüleri incelemesinde, kendinden adezivli kompozit rezinlerin içindeki bonding ajanın demineralize dentine yetersiz infiltre olduğu ve dentin tübüllerini etkili bir şekilde kapatamadığı bulunmuştur.
- Prime Bond Universal 10-MDP monomeri içermemesine rağmen, aseton bazlı bir adeziv olması sebebiyle 10-MDP monomeri içeren adezivlerle benzer mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir.
- Kırık tiplerinin incelenmesinde kendinden adezivli kompozitlerin bondsuz uygulandığı gruplarda adeziv kopma tipi daha çok görülürken; universal adeziv sistemlerle uygulandığı gruplarda koheziv kopma tipi de yüksek oranda görülmüştür.

Çocuk diş hekimliğinde, tedavi sürelerinin uzaması sebebiyle hastaların uyumlarının zayıflaması sıkça karşılaşılan bir durumdur. Bu yüzden tedavi sırasında

kullanılan materyallerin uygulama aşamalarının azaltılması ve kullanım kolaylığı sağlaması önem taşımaktadır. Kendinden adezivli kompozit rezinler ve universal adeziv sistemler gibi materyallerin geliştirilmesi hasta ve hekim açısından birçok avantaj sağlamaktadır. Çalışmamızda daha iyi bir bağlanma dayanımı elde etmek için, kendinden adezivli kompozit rezinlerin adeziv sistemlerle beraber kullanılmasının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat in vitro araştırmalar materyallerin verimliliği hakkında ön bilgi edinmemizi sağlamalarına karşın, ağız ortamında etkinliğini değerlendirmek ve bu materyallerin daha etkin kullanımlarını sağlayabilmek adına uzun dönem takiplerinin yapılacağı klinik çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.



7. KAYNAKLAR

1. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, ve ark. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J*,24(1):1-13, 2005.
2. Giannini M, Makishi P, Ayres APA, Vermelho PM, Fronza BM, Nikaido T, ve ark. Self-etch adhesive systems: a literature review. *Braz Dent J*,26(1):3-10, 2015.
3. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent*,41(5):404-11, 2013.
4. 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*,43(9):1060-70, 2015.
5. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Cadenaro M, ve ark. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent*,42(5):603-12, 2014.
6. Perdigão J, Loguercio AD. Universal or multi-mode adhesives: why and how? *The journal of adhesive dentistry*,16(2):193-94, 2014.
7. Poss S. Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dent Today*,29(4):104-05, 2010.
8. Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, Ferrari M. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clin Oral Investig*,17(6):1497-506, 2013.
9. Chen C, Niu L-N, Xie H, Zhang Z-Y, Zhou L-Q, Jiao K, ve ark. Bonding of universal adhesives to dentine—Old wine in new bottles? *J Dent*,43(5):525-36, 2015.
10. Muñoz M, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V, Reis A, Campanha N, ve ark. In vitro longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. *Oper Dent*,40(3):282-92, 2015.

11. Thanaratikul B, Santiwong B, Harnirattisai C. Self-etch or etch-and-rinse mode did not affect the microshear bond strength of a universal adhesive to primary dentin. *Dent Mater J*,35(2):174-79, 2016.
12. Peterson J, Rizk M, Hoch M, Wiegand A. Bonding performance of self-adhesive flowable composites to enamel, dentin and a nano-hybrid composite. *Odontology*,106(2):171-80, 2018.
13. Shafiei F, Saadat M. Micromorphology and bond strength evaluation of adhesive interface of a self-adhering flowable composite resin–dentin: Effect of surface treatment. *Microsc Res Tech*,79(5):403-07, 2016.
14. Guler S, Unal M. The Evaluation of Color and Surface Roughness Changes in Resin based Restorative Materials with Different Contents After Waiting in Various Liquids: An SEM and AFM study. *Microsc Res Tech*,81(12):1422-33, 2018.
15. Aksoy S, Ünal M. Shear bond strength of universal adhesive systems to a bioactive dentin substitute (Biodentine®) at different time intervals. *Stomatological Dis Sci* 1:116-22, 2017.
16. Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar.21-39, 2000.
17. Nakabayashi N. Hybridization of dental hard tissues. The quality of hybridized dentin:18-20, 1998.
18. Roberson TM HH, Swift EJ. . *Sturdevant's Art &Science of Operative Dentistry*. Fourth Edition Missouri: Mosby 235-61., 2002.
19. LL. D. Philips *Science of Dental Materials*. : Twelfth Edition 2003.
20. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res A*,16(3):265-73, 1982.
21. Toledano M, Osorio R, Rosales-Leal J, Ceballos L, Cabrerizo-Vilchez M. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *Am J Dent*,14(4):205-10, 2001.
22. Hobson R, McCabe J. Relationship between enamel etch characteristics and resin-enamel bond strength. *Br Dent J*,192(8):463, 2002.
23. Breschi L PJ, Lopes MM, Gobbi P, Mazzotti G. Morphological study of resin-dentin bonding with TEM. *Am J Dent*,16(4), 2003.

24. Barkmeier W, Shaffer S, Gwinnett A. Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. *Oper Dent*,11(3):111-16, 1986.
25. Duke E, Lindemuth J. Polymeric adhesion to dentin: contrasting substrates. *Am J Dent*,3(6):264-70, 1990.
26. Perdigão J. Dentin bonding—Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater*,26(2):e24-e37, 2010.
27. Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*,26:95-95, 1995.
28. Bowen R. Smear layer: removal and bonding considerations. *Oper Dent*,3:30-34, 1984.
29. Perdigao J, Swift E, Walter R. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*: Elsevier Health Sciences, London, United Kingdom; 114-40, 2014.
30. Schmitseder J, Soderholm K. Composite Inlays. *Color Atlas of Medicine Aesthetic Dentistry* New York: Thieme:149-62, 2000.
31. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Inoue S, Yoshida Y, Perdigão J, ve ark. Bonding to enamel and dentin. 2006.
32. Barkmeier W, Cooley R. Laboratory evaluation of adhesive systems. *Oper Dent*:50-61, 1992.
33. Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. 2001.
34. Tay F, Gwinnett A, Pang K, Wei S. Structural evidence of a sealed tissue interface with a total-etch wet-bonding technique in vivo. *J Dent Res*,73(3):629-36, 1994.
35. Nakaoki Y, Nikaido T, Pereira P, Inokoshi S, Tagami J. Dimensional changes of demineralized dentin treated with HEMA primers. *Dent Mater*,16(6):441-46, 2000.
36. Pashley DH, Zhang Y, Agee K, Rouse C, Carvalho R, Russell C. Permeability of demineralized dentin to HEMA. *Dent Mater*,16(1):7-14, 2000.
37. Tani C, Finger WJ. Effect of smear layer thickness on bond strength mediated by three all-in-one self-etching priming adhesives. *J Adhes Dent*,4(4), 2002.

38. Dunn JR. iBond: the seventh-generation, one-bottle dental bonding agent. *Compend Contin Educ Dent Suppl*,24(2 Suppl):14-18, 2003.
39. Abo T, Uno S, Sano H. Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self-etching primer system. *Eur J Oral Sci*,112(3):286-92, 2004.
40. Roberson TM HH, Swift EJ. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. Fourth Edition Missouri: Mosby, Inc 2002;235-61.
41. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, ve ark. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*,28(3):215-35, 2003.
42. RB. E. Günümüzdeki Adezivlerde Teknik Hassasiyet. II Kendinden Asitli Adezivler: Dişhekimi Bilimsel;29; 2008. p. 12-16.
43. Alex G. Is total-etch dead? Evidence suggests otherwise. *Compend Contin Educ Dent*,33(1):12-26, 2012.
44. do Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Michel MD, Reis A, Loguercio AD. Active application improves the bonding performance of self-etch adhesives to dentin. *J Dent*,37(1):82-90, 2009.
45. Carvalho RM, Mendonca J, Santiago S, Silveira R, Garcia F, Tay F, ve ark. Effects of HEMA/solvent combinations on bond strength to dentin. *J Dent Res*,82(8):597-601, 2003.
46. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc*,69(11):726-32, 2003.
47. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent*,2(2), 2000.
48. Hashimoto M, Fujita S, Kaga M, Yawaka Y. Effect of water on bonding of one-bottle self-etching adhesives. *Dent Mater J*,27(2):172-78, 2008.
49. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, ve ark. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*,83(6):454-58, 2004.

50. Peumans M, Munck J, Landuyt K, Lambrechts P, Meerbeek B. Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci*,113(6):512-18, 2005.
51. Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, ve ark. Development of a self-etch adhesive for resin-modified glass ionomers. *J Dent Res*,85(4):349-53, 2006.
52. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, ve ark. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper dent*,30(1):39-49, 2005.
53. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent*,28(5):647-60, 2003.
54. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, ve ark. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater*,23(1):71-80, 2007.
55. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, ve ark. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *J Dent*,40(6):475-84, 2012.
56. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, Dorigo EDS. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater*,24(1):90-101, 2008.
57. Van Landuyt K, Kanumilli P, De Munck J, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. *J Dent*,34(1):77-85, 2006.
58. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt K. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*,27(1):17-28, 2011.
59. Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez IV, Staichak R, Reis A, ve ark. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. *Oper Dent*,39(5):489-99, 2014.

60. Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, Reis A, Loguercio A. Effect of double-application or the application of a hydrophobic layer for improved efficacy of one-step self-etch systems in enamel and dentin. *Oper Dent, Inc*; 2008.
61. Reis A, Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, de Oliveira Bauer JR, Grande RHM, ve ark. Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? *J Dent*,36(5):309-15, 2008.
62. Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Berry TP, Watanabe H, Erickson RL, ve ark. Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems. *Dent Mater*,32(2):9-21, 2016.
63. da Rosa WLdO, Piva E, da Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*,43(7):765-76, 2015.
64. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*,42(7):800-07, 2014.
65. McLean D, Meyers E, Guillory V, Vandewalle K. Enamel bond strength of new universal adhesive bonding agents. *Oper Dent*,40(4):410-17, 2015.
66. Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio AD, ve ark. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *J Dent*,42(5):595-602, 2014.
67. Fernando de Goes M, Sanae Shinohara M, Santiago Freitas M. Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology. *J Adhes Dent*,16(3):243-50, 2014.
68. Barutçigil Ç, Barutçigil K, Kürklü D, Harırlı OT. Güncel dentin bağlayıcı ajanların ve uygulama yöntemlerinin makaslama bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması. *İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*,2(2):27-32, 2013.
69. Perdigão J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent*,25(3):153-58, 2012.

70. Mena-Serrano A, Kose C, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD, ve ark. A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. *J Esthet Restor Dent*,25(1):55-69, 2013.
71. Goracci C, Rengo C, Eusepi L, Juloski J, Vichi A, Ferrari M. Influence of selective enamel etching on the bonding effectiveness of a new “all-in-one” adhesive. *Am J Dent*,26(2):99-104, 2013.
72. Luque-Martinez IV, Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dent Mater*,30(10):1126-35, 2014.
73. Lenzi TL, Prócida Raggio D, Soares M, Zovico F, de Oliveira Rocha R. Bonding Performance of a Multimode Adhesive to Artificially-induced Caries-affected Primary Dentin. *J Adhes Dent*,17(2), 2015.
74. Makishi P, André C, Ayres A, Martins A, Giannini M. Effect of storage time on bond strength and nanoleakage expression of universal adhesives bonded to dentin and etched enamel. *Oper Dent*,41(3):305-17, 2016.
75. Torres C, Zanatta R, Silva T, Huhtala M, Borges A. Influence of previous acid etching on bond strength of universal adhesives to enamel and dentin. *Gen Dent*,65(2):17-21, 2017.
76. Vermelho PM, Reis AF, Ambrosano GMB, Giannini M. Adhesion of multimode adhesives to enamel and dentin after one year of water storage. *Clin Oral Investig*,21(5):1707-15, 2017.
77. Walls A, McCabe JF. *Applied dental materials*: Blackwell Pub.; 2008.
78. Moszner N, Hirt T. New polymer-chemical developments in clinical dental polymer materials: Enamel–dentin adhesives and restorative composites. *J Polym Sci A Polym Chem*,50(21):4369-402, 2012.
79. Moszner N, Salz U. New developments of polymeric dental composites. *Prog Polym Sci*,26(4):535-76, 2001.
80. Sabbagh J, Ryelandt L, Bacherius L, Biebuyck JJ, Vreven J, Lambrechts P, ve ark. Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *Journal of oral rehabilitation*,31(11):1090-101, 2004.
81. Sakaguchi RL. *Craig's Restorative Dental Materials*: Elsevier Health Sciences; 2006.

82. García AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB, Galve PF. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*,11(2):E215-20, 2006.
83. Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bis phenol and glycidyl acrylate. Google Patents; 1962.
84. Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dental Clinics*,51(3):659-75, 2007.
85. O'Brien W. *Dental Materials and Their Selection*; Quintessence Pub. Co: Chicago, IL, USA,23, 2002.
86. Wakefield CW, Kofford KR. *Advances in restorative materials*. *Dent Clin North Am*,45(1):7-29, 2001.
87. Burgess J, Walker R, Davidson J. Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatr Dent*,24(5):465-79, 2002.
88. Roulet J-F. 2. *Polymer Constructions Used in Restorative Dentistry*. *Degradation of dental polymers*; Karger Publishers; 3-59, 1987.
89. Bayne SC, Swift Jr EJ, Thompson JY. Dental materials citations: part B, July to December 1996. *Dent Mater*,13(2):128-42, 1997.
90. Dayangaç B. *Kompozit rezin restorasyonlar*: Güneş Kitabevi; 2000.
91. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent*,50(4):480-88, 1983.
92. Sabbagh J, Ryelandt L, Bacherius L, Biebuyck JJ, Vreven J, Lambrechts P, ve ark. Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *J Oral Rehabil*,31(11):1090-101, 2004.
93. Manhart J, Kunzelmann K-H, Chen H, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mater*,16(1):33-40, 2000.
94. Jackson RD, Morgan M. The New Posterior Resins And: A Simplified Placement Technique. *The Journal of the American Dental Association*,131(3):375-83, 2000.

95. Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater*,15(2):128-37, 1999.
96. Ferracane JL. Resin composite state of the art. *Dent Mater*,27(1):29-38, 2011.
97. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *The Journal of the American Dental Association*,129(5):567-77, 1998.
98. Sturdevant C, Roberson T, Haymann H, Sturdevant J. *The art and science of operative dentistry*. 1995. New York: Mosby-Year Book Inc.
99. Juloski J, Goracci C, Rengo C, Giovannetti A, Vichi A, Vulicevic A, ve ark. Enamel and dentin bond strength of new simplified adhesive materials with and without preliminary phosphoric acid-etching. *Am J Dent*,25(4):239, 2012.
100. Yoshida Y, Inoue S. Chemical analyses in dental adhesive technology. *pn Dent Sci Rev*,48(2):141-52, 2012.
101. Van Landuyt K, Yoshida Y, Hirata I, Snauwaert J, De Munck J, Okazaki M, ve ark. Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res*,87(8):757-61, 2008.
102. Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munck J, Nagakane K, Suzuki K, ve ark. Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*,84(12):1160-64, 2005.
103. Bhat PK, Konde S, Raj SN, Kumar NC. Moisture-tolerant resin-based sealant: a boon. *Contemp Clin Dent*,4(3):343, 2013.
104. Panigrahi A, Srilatha K, Panigrahi RG, Mohanty S, Bhuyan SK, Bardhan D. Microtensile bond strength of embrace wetbond hydrophilic sealant in different moisture contamination: an in-vitro study. *J Clin Diagn Res*,9(7):ZC23, 2015.
105. Eliades A, Birpou E, Eliades T, Eliades G. Self-adhesive restoratives as pit and fissure sealants: a comparative laboratory study. *Dent Mater*,29(7):752-62, 2013.

106. Fu J, Kakuda S, Pan F, Hoshika S, Ting S, Fukuoka A, ve ark. Bonding performance of a newly developed step-less all-in-one system on dentin. *Dent Mater J*,32(2):203-11, 2013.
107. Tunçdemir MT. Er-yag lazer kullanılarak hazırlanan çürükten etkilenmiş dentinde farklı self-adeziv kompozitlerin bağlantılarının ve mikrosızıntılarının karşılaştırılması: Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2015.
108. Sachdeva P, Goswami M, Singh D. Comparative evaluation of shear bond strength and nanoleakage of conventional and self-adhering flowable composites to primary teeth dentin. *Contemp Clin Dent*,7(3):326, 2016.
109. Brueckner C, Schneider H, Haak R. Shear bond strength and tooth-composite interaction with self-adhering flowable composites. *Oper Dent*,42(1):90-100, 2017.
110. Mitsui FHO, Peris AR, Cavalcanti AN, Marchi GM, Pimenta LAF. Influence of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strengths of total and self-etching adhesive systems. *Oper Dent*,31(2):240-47, 2006.
111. Tsujimoto A, Barkmeier W, Takamizawa T, Wilwerding T, Latta M, Miyazaki M. Interfacial characteristics and bond durability of universal adhesive to various substrates. *Oper Dent*,42(2):E59-E70, 2017.
112. Donmez N, Siso SH, Usumez A, Bayrak I. Effect of thermal cycling on micro-tensile bond strength of composite restorations bonded with multimode adhesive. *J Adhes Sci Technol*,29(8):731-39, 2015.
113. Gale M, Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*,27(2):89-99, 1999.
114. De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, ve ark. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*,84(2):118-32, 2005.
115. Frankenberger R, Pashley DH, Reich SM, Lohbauer U, Petschelt A, Tay FR. Characterisation of resin–dentine interfaces by compressive cyclic loading. *Biomaterials*,26(14):2043-52, 2005.

116. Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dent Mater*,21(5):397-412, 2005.
117. Sano H, Yoshikawa T, Pereira P, Kanemura N, Morigamui M, Tagami J, ve ark. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res*,78(4):906-11, 1999.
118. Yamauti M, Hashimoto M, Sano H, Ohno H, Carvalho R, Kaga M, ve ark. Degradation of resin–dentin bonds using NaOCl storage. *Dent Mater*,19(5):399-405, 2003.
119. Amaral FL, Colucci V, PALMA-DIBB RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent*,19(6):340-53, 2007.
120. Krämer N, Rudolph H, Garcia-Godoy F, Frankenberger R. Effect of thermo-mechanical loading on marginal quality and wear of primary molar crowns. *Eur Arch Paediatr Dent*,13(4):185-90, 2012.
121. Özyeşil A, Günal Ş, Belli S, Eskitascioglu G. İki farklı bağlanma dayanımı testinin karşılaştırılması (Mikroshear ve Mikrotensile). *SÜ Dişhek Fak Derg*,18(2):118-21, 2009.
122. Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LHA, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: a critical review of “micro” bond strength test methods. *Dent Mater*,26(2):50-62, 2010.
123. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, ve ark. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*,26(2):e100-e21, 2010.
124. Tagami J, Nikaido T, Nakajima M, Shimada Y. Relationship between bond strength tests and other in vitro phenomena. *Dent Mater*,26(2):94-99, 2010.
125. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater*,18(5):380-88, 2002.
126. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, ve ark. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength—evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater*,10(4):236-40, 1994.

127. Sadek FT, Goracci C, Cardoso PEC, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength of current dentin adhesives measured immediately and 24 hours after application. *J Adhes Dent*,7(4), 2005.
128. Salz U, Bock T. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue-a review. *J Adhes Dent*,12(5):343-71, 2010.
129. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, ve ark. The microtensile bond test: A review. *J Adhes Dent*,1(4):299-309, 1999.
130. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater*,11(2):117-25, 1995.
131. Yañez MJ, Barbosa SE. Changes in particle area measurements due to SEM accelerating voltage and magnification. *Microsc Res Tech*,61(5):463-68, 2003.
132. Costa CAdS, Duarte RM, Andrade AKMd, Soares DG. Bond Strength and Cytotoxicity of a Universal Adhesive According to the Hybridization Strategies to Dentin. *Braz Dent J*,29(1):68-75, 2018.
133. Saikaew P, Matsumoto M, Chowdhury A, Carvalho R, Sano H. Does Shortened Application Time Affect Long-Term Bond Strength of Universal Adhesives to Dentin? *Oper Dent*,43(5):549-58, 2018.
134. Usanmaz D. STM/AFM İle Yüzey Karakterizasyonu. Yüksek lisans Tezi, Gazi üniversitesi, Ankara, 2005.
135. Sano H, Yoshiyama M, Ebisu S, Burrow M, Takatsu T, Ciucchi B, ve ark. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent*,20(4):160-67, 1995.
136. Ergün G, Yenİsey M. Fiberle güçlendirilmiş kompozit (FGK) sabit protezlerin taramalı elektron mikroskop (SEM) ile değerlendirilmesi ve içeriklerinin element analizlerinin (EDS) yapılması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*,7(2):73-81, 2006.
137. Knobloch LA, Gailey D, Azer S, Johnston WM, Clelland N, Kerby RE. Bond strengths of one-and two-step self-etch adhesive systems. *The Journal of prosthetic dentistry*,97(4):216-22, 2007.

138. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*,26(2):100-21, 2010.
139. Hara A, Pimenta L, Rodrigues Jr A. Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. *Dent Mater*,17(2):165-69, 2001.
140. Mason P, Ferrari M, Cagidiaco M, Davidson C. Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. *J Dent*,24(3):217-22, 1996.
141. ISO I. TS 11405: Dental materials—testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization ISO Central Secretariat, 2003.
142. Nakabayashi N. Hybridization of dental hard tissues. The quality of hybridized dentin, 1998.
143. Lopes MB, Sinhoreti MA, Gonini Júnior A, Consani S, McCabe JF. Comparative study of tubular diameter and quantity for human and bovine dentin at different depths. *Braz Dent J*,20(4):279-83, 2009.
144. Retief D. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent*,4(5):231-36, 1991.
145. Spencer P, Ye Q, Park J, Topp EM, Misra A, Marangos O, et al. Adhesive/dentin interface: the weak link in the composite restoration. *Ann Biomed Eng*,38(6):1989-2003, 2010.
146. Titley K, Chernecky R, Rossouw P, Kulkarni G. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Arch Oral Biol*,43(4):305-11, 1998.
147. Frankenberger R, Perdigao J, Rosa B, Lopes M. ‘No-bottle’ vs ‘multi-bottle’ dentin adhesives—a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater*,17(5):373-80, 2001.
148. Armstrong SR, Boyer DB, Keller JC. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dent Mater*,14(1):44-50, 1998.
149. de Castro FLA, de Andrade MF, Júnior SLLD, Vaz LG, Ahid FJM. Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. *J Adhes Dent*,5(2):129–38, 2003.

150. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater*,22(1):45-56, 2006.
151. Inoue S, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, ve ark. Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dent Mater*,17(5):445-55, 2001.
152. Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater*,21(2):103-09, 2005.
153. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay F, Oguchi H, ve ark. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent*,30(2-3):99-105, 2002.
154. Nakajima M, Kitasako Y, Okuda M, Foxton RM, Tagami J. Elemental distributions and microtensile bond strength of the adhesive interface to normal and caries-affected dentin. *J Biomed Mater Res B*,72(2):268-75, 2005.
155. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater*,26(2):78-93, 2010.
156. Munksgaard E, Itoh K, Jorgensen K. Dentin-polymer bond in resin fillings tested in vitro by thermo-and load-cycling. *J Dent Res*,64(2):144-46, 1985.
157. Barclay C, Boyle E, Williams R, Marquis P. The effect of thermocycling on five adhesive luting cements. *Journal of oral rehabilitation*,29(6):546-52, 2002.
158. Palmer D, Barco M, Billy E. Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. *J Prosthet Dent*,67(3):325-27, 1992.
159. Hofmann N, Hugo B, Klaiber B. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. *Eur J Oral Sci*,110(6):471-79, 2002.
160. Erickson RL, De Gee AJ, Feilzer AJ. Fatigue testing of enamel bonds with self-etch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater*,22(11):981-87, 2006.

161. Poitevin A, De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Peumans M, Lambrechtse P, ve ark. Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *J Adhes Dent*,10(1):7-16, 2008.
162. Soares C, Soares P, Santos-Filho P, Armstrong S. Microtensile specimen attachment and shape—finite element analysis. *J Dent Res*,87(1):89-93, 2008.
163. Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho R, Pashley E, Pashley DH. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J Dent Res*,78(2):699-705, 1999.
164. Betamar N, Cardew G, Van Noort R. Influence of specimen designs on the microtensile bond strength to dentin. *J Adhes Dent*,9(2):159-68, 2007.
165. Sezinando A, Luque-Martinez I, Muñoz MA, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. *Dent Mater*,31(10):236-46, 2015.
166. Nagakane K, Yoshida Y, Hirata I, Fukuda R, Nakayama Y, Shirai K, ve ark. Analysis of chemical interaction of 4-MET with hydroxyapatite using XPS. *Dent Mater J*,25(4):645-49, 2006.
167. Poitevin A, De Munck J, Van Ende A, Suyama Y, Mine A, Peumans M, ve ark. Bonding effectiveness of self-adhesive composites to dentin and enamel. *Dent Mater*,29(2):221-30, 2013.
168. Altunsoy M, Botsali MS, Sari T, Onat H. Effect of different surface treatments on the microtensile bond strength of two self-adhesive flowable composites. *Lasers Med Sci*,30(6):1667-73, 2015.
169. Goracci C, Margvelashvili M, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a new self-adhering flowable resin composite. *Clin Oral Investig*,17(2):609-17, 2013.
170. Yazici AR, Agarwal I, Campillo-Funollet M, Munoz-Viveros C, Antonson SA, Antonson DE, ve ark. Effect of laser preparation on bond strength of a self-adhesive flowable resin. *Lasers Med Sci*,28(1):343-47, 2013.

171. Ozel Bektas O, Eren D, Akin EG, Akin H. Evaluation of a self-adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontol Scand*,71(3-4):541-46, 2013.
172. Pacifici E, Chazine M, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Shear-bond strength of a new self-adhering flowable restorative material to dentin of primary molars. *J Clin Pediatr Dent*,38(2):149-54, 2013.
173. Tuloglu N, Tunc ES, Ozer S, Bayrak S. Shear bond strength of self-adhering flowable composite on dentin with and without application of an adhesive system. *J Appl Biomater Funct Mater*,12(2):97-101, 2014.
174. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *The Journal of prosthetic dentistry*,102(5):306-12, 2009.
175. Memarpour M, Shafiei F, Razmjoei F, Kianimanesh N. Effect of laser preparation on adhesion of a self-adhesive flowable composite resin to primary teeth. *Microsc Res Tech*,79(4):334-41, 2016.
176. Durmuşlar S, Ölmez A. Microtensile bond strength and failure modes of flowable composites on primary dentin with application of different adhesive strategies. *Contemp Clin Dent*,8(3):373, 2017.
177. de Lima JFM, Wajngarten D, Islam F, Clifford J, Botta AC. Effect of adhesive mode and chlorhexidine on microtensile strength of universal bonding agent to sound and caries-affected dentins. *European Journal of Dentistry*,12(4):553, 2018.
178. Beldüz Kara N, Kanyilmaz T, Çankaya S, Kara C. Evaluation of the effect of different post materials and adhesive systems on the bonding strength of short-post technique for primary teeth. *Int J Paediatr Dent*,28(2):239-48, 2018.
179. Perdigão J, Kose C, Mena-Serrano A, De Paula E, Tay L, Reis A, ve ark. A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. *Oper Dent*,39(2):113-27, 2014.
180. Lopes L, Calazans F, Hidalgo R, Buitrago L, Gutierrez F, Reis A, ve ark. Six-month follow-up of cervical composite restorations placed with a new

- universal adhesive system: a randomized clinical trial. *Oper Dent*,41(5):465-80, 2016.
181. Barutçigil Ç, Kürklü D, Barutçigil AGDK, Arslan H. Farklı yüzey işlemleri uygulanmış dentine üniversal bağlayıcı ajanın bağlanma dayanımının. *Atatürk Üniversitesi Diş Hek Fak Dergisi*,23(3):324 - 30, 2013.
 182. Lezaja Zebic M, Dzeletovic B, Miletic V. Microtensile bond strength of universal adhesives to flat versus Class I cavity dentin with pulpal pressure simulation. *J Esthet Restor Dent*,30(3):240-48, 2018.
 183. Perdigão J, Sezinando A, Monteiro PC. Effect of substrate age and adhesive composition on dentin bonding. *Oper Dent*,38(3):267-74, 2013.
 184. Mitra SB, Lee C-Y, Bui HT, Tantbiroj D, Rusin RP. Long-term adhesion and mechanism of bonding of a paste-liquid resin-modified glass-ionomer. *Dent Mater*,25(4):459-66, 2009.
 185. Reis AF, Oliveira MT, Giannini M, De MG, Rueggeberg FA. The effect of organic solvents on one-bottle adhesives' bond strength to enamel and dentin. *Oper Dent*,28(6):700-06, 2003.
 186. Elliott JE, Bowman CN. Effects of solvent quality during polymerization on network structure of cross-linked methacrylate copolymers. *Phys Chem B*,106(11):2843-47, 2002.
 187. Arhun N, Halacoglu DM, Ozduman ZC, Tuncer D. Efficacy of multi-mode adhesive systems on dentin wettability and microtensile bond strength of resin composite. *J Adhes Sci Technol*,32(21):2405-18, 2018.
 188. Dönmez N, Güngör AS, Karabulut B, Sıso ŞH. Comparison of the micro-tensile bond strengths of four different universal adhesives to caries-affected dentin after ER: YAG laser irradiation. *Dent Mater J*:2017-428, 2019.
 189. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res*,71(8):1530-40, 1992.
 190. Uno S, Finger W. Effects of acidic conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers. *J Dent*,24(3):211-16, 1996.

191. Osorio R, Pisani-Proenca J, Erhardt MCG, Osorio E, Aguilera FS, Tay FR, ve ark. Resistance of ten contemporary adhesives to resin–dentine bond degradation. *J Dent*,36(2):163-69, 2008.
192. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Aguilera FS, Yamauti M, Pashley DH, ve ark. Durability of resin–dentin bonds: effects of direct/indirect exposure and storage media. *Dent Mater*,23(7):885-92, 2007.
193. Sabbagh J, Dagher S, El Osta N, Souhaid P. Randomized clinical trial of a self-adhering flowable composite for class I restorations: 2-year results. *International journal of dentistry*,2017, 2017.
194. Vichi A, Goracci C, Ferrari M. Clinical study of the self-adhering flowable composite resin Vertise Flow in Class I restorations: six-month follow-up. *Int Dent SA*,12(1):14-23, 2010.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Tuba Cengiz

Doğum Yeri ve Tarihi: Konya, 04.07.1992

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dil: İngilizce

İletişim Adresi: Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Merkez/SİVAS

Tel: +90 346 219 10 10

Faks: +90 346 219 12 37

E-posta Adresi: tubacengizzz@gmail.com

Eğitim Bilgileri

Uzmanlık Eğitimi: Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hek. Fak. 2016 -halen

Lisans: Selçuk Üniversitesi Diş Hek. Fak. 2009-2014

Lise: Selçuklu Anadolu Lisesi 2005-2009