

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ER-YAG LAZER KULLANILARAK HAZIRLANAN ÇÜRÜKTEN
ETKİLENMİŞ DENTİNDE FARKLI SELF-ADEZİV
KOMPOZİTLERİN BAĞLANTILARININ VE
MİKROSİZİNTİLLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Makbule Tuğba TUNÇDEMİR

DOKTORA TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Bora ÖZTÜRK

KONYA-2015

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ER-YAG LAZER KULLANILARAK HAZIRLANAN ÇÜRÜKTEN
ETKİLENMİŞ DENTİNDE FARKLI SELF-ADEZİV
KOMPOZİTLERİN BAĞLANTILARININ VE
MİKROSİZİNTİLLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Makbule Tuğba TUNÇDEMİR

DOKTORA TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Bora ÖZTÜRK

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 14102032 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2015

ÖNSÖZ

Öğrenciliğim ve doktora eğitimim boyunca benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, sabır ve anlayışla bana destek olan, her zaman yol gösterici olan kıymetli danışmanım Sayın Prof. Dr. Bora ÖZTÜRK'e,

Varlığı ve desteğiyle bilimsel araştırmalar konusunda beni her zaman teşvik eden hocam Sayın Doç. Dr. Muhammet YALÇIN'a,

Öğrenciliğim ve doktora eğitimim süresince destek ve yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Nimet ÜNLÜ'ye

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı Öğretim üyelerine ve asistan arkadaşlarıma,

Projemizi desteklediği için Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinatörlüğü'ne,

SEM incelemesi sırasında bana her türlü yardımı yapan ve destek olan Selçuk üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanlarından Uzm. Fatih ÖZCAN'a

Bugüne kadar hayatımın her anında yanımda olan, benden sonsuz sevgi ve desteklerini esirgemeyen aileme, çalışmalarım süresince bana gösterdiği sabır ve anlayış için eşim Ali Rıza TUNÇDEMİR'e ve kızım Zeliha TUNÇDEMİR'e,

Minnettar olduğumu belirtir, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGELER VE KISALTMALAR	v
1.GİRİŞ	1
1.1. Mine Histolojisi.....	3
1.2. Dentin Histolojisi.....	3
1.3. Çürük Tanımı.....	4
1.4.Çürük Dentin Histolojisi.....	4
1.5. Çürükten Etkilenmiş Dentin Histolojisi.....	5
1.6. Diagnodent.....	7
1.7. Diş Çürüğünün Uzaklaştırılmasında Kullanılan Yöntemler.....	8
1.7.1. Ekskavatörler, el aletleri, frezler.....	8
1.7.2. Lazer.....	9
1.8. Adezyon.....	15
1.8.1. Mineye Bağlanma.....	18
1.8.2. Asitle Pürüzlendirme Yöntemi.....	18
1.8.3. Lazerle Pürüzlendirme Yöntemi.....	19
1.8.4. Dentine Bağlanma.....	20
1.8.5. Conditioner (Dentin Yüzey Düzenleyicisi).....	20
1.8.6. Primer (Dentin Yüzey Hazırlayıcı).....	21
1.8.7. Bonding.....	21
1.8.8. Smear Tabakası.....	21
1.8.9. Rezin Uzantılar.....	22
1.8.10. Hibrit Tabakası.....	22
1.9. Dental Adezivlerin Sınıflandırılması.....	22
1.9.1. Total-etch Adezivler.....	22
1.9.2. Self-etch Adezivler.....	23
1.9.3. Cam İyonomer Adezivler.....	24
1.10. Kompozit Rezinler.....	24
1.11. Kendi Bağlanabilen (Self-Adeziv) Akıcı Kompozitler.....	26
1.12. Bağlanma Dayanıklılık Testleri.....	28
1.12.1. Makaslama Bağlanma Dayanıklılık Testi.....	28
1.13. Sızıntı.....	29

1.13.1. Mikrosızıntı.....	29
1.14. Yüzey Görüntüleme Yöntemleri.....	30
1.14.1. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	30
2. GEREÇ VE YÖNTEM	32
2.1. Makaslama Bağlanma Testi İçin Dentin Yüzeylerinin Hazırlanması.....	34
2.2. Kavite Preperasyon Yöntemlerinin, Adezivlerin ve Self-Adeziv Kompozitlerin Uygulanması.....	36
2.3. Makaslama Bağlanma Testinin Uygulanması.....	43
2.4. Mikrosızıntı Çalışması İçin Dişlerin Hazırlanması.....	43
2.5. Mikrosızıntı Deneyinin Uygulanması.....	46
2.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi.....	48
2.7. İstatistiksel Değerlendirme.....	49
3. BULGULAR	50
3.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testine Ait Bulgular.....	50
3.2. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Kırılma Analiz Bulguları.....	59
3.3. Mikrosızıntı Test Sonuçları.....	61
3.3.1. Gingival Kenara Ait Mikrosızıntı Bulguları.....	61
3.3.2. Okluzal Kenara Ait Mikrosızıntı Bulguları.....	66
3.3.3. Mikrosızıntı Skorlarına Ait Resimler.....	70
3.4. SEM Analiz Bulguları.....	73
4. TARTIŞMA	84
4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı.....	85
4.2. Mikrosızıntı.....	104
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	119
6. KAYNAKLAR	121
7. EKLER	132
EK-A: Etik Kurul Kararı	132
8. ÖZGEÇMİŞ	133

SİMGELER VE KISALTMALAR

A°:	Amstrong
BIS:EMA:	Ethoxylated bisphenol-A dimethacrylate
BIS-GMA:	Bisphenol Glycidylmethacrylate
Cm ² :	Centimeter squared (Santimetre kare)
°C:	Cantigrad Derece (Santigrad Derece)
CO ₂ :	Karbondioksit
dk:	Dakika
EGDMA:	Etilen Glikol Dimetakrilat
Er 3+:	Erbiyum İyonları
Er:YAG:	Erbium:Yttrium Aliminium Garnet
Er,Cr:YSGG:	Erbium, Chomium:Yttrium Scandium Gallium Garnet
FDA:	Food and Drug Administration
GDMA:	1, 3 - glycerol dimethacrylate
GPDM:	Glycerol phosphate dimethacrylate
Ho:YAG:	Holmium: Yttrium Aliminium Garnet
Ho:YSGG:	Holmium: Yttrium Scandium Gallium Garnet
HEMA:	2-Hydroxy- Ethyl Methacrylate
Hz:	Hertz
ISO TR:	The International Organization for Standardization
J:	Joule
KYG:	Kritik Yüzey Gerilim Değeri
LASER:	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Radyasyonun uyarılmış emisyonu ışığın güçlendirilmesi)
LED:	Light emitting diode
MDP:	10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate
µm:	Mikrometre
µTBS:	Mikrotensile Bağlanma Dayanımı
MASER:	Microwave Amplification of Stimulated Emission of adiation

4 MET:	4-methacryloyloxyethyl trimellitic acid
mj:	Milijoule
mm:	Milimetre
MSP:	Medium-Short Pulse
MPa:	Megapascals
N:	Örnek Sayısı
Nm:	Nanometre
Nd:YAG:	Neodymium:Yttrium Aliminium Garnet
Ort:	Ortalama
QSP:	Quantum Square Pulse
p:	İstatistiksel anlamlılık
pH:	Hidrojen konsantrasyonunun eksi logaritması
SS:	Standart Sapma
SEM:	Scanning Electron Microscopy (Taramalı Eletron Mikroskop)
Sn:	Saniye
TEG-DMA:	Triethylene Glycol Dimethacrylate
TEM:	Transfers Electron Microscopy (Geçirmeli Elektron Mikroskop)
UDMA:	Urethane Dimethacrylate

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Er-Yag Lazer Kullanılarak Hazırlanan Çürükten Etkilenmiş Dentinde Farklı Self-Adeziv Kompozitlerin Bağlantılarının ve Mikrosızıntılarının Karşılaştırılması

Makbule Tuğba TUNÇDEMİR
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2015

Bu çalışmanın amacı; farklı self-adeziv kompozitlerin, Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine; tek başlarına ve iki farklı adeziv sistemle birlikte uygulandıklarında bağlantısının ve sınıf V kavitelere mikrosızıntısının incelenmesidir.

Bu çalışma, makaslama bağlanma dayanımı testi ve mikrosızıntı değerlendirmesi olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. 220 adet çürüklü molar, iki farklı çürük temizleme yöntemi (Er-YAG,Frez) kullanılmak üzere rastgele iki gruba ayrıldı. Dişler daha sonra, farklı adeziv sistemlerle (SE Bond, Optibond FL) beraber farklı self-adeziv kompozitler (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin) uygulanmak üzere her bir grupta 10 diş olacak şekilde (n=10) dokuz alt gruba daha ayrıldı. Kontrol grubu olarak ise geleneksel bir akıcı kompozit (Filtek Ultimate Flow) iki farklı adeziv sistemle birlikte uygulandı. Kole seviyesinden kronları uzaklaştırılan dişlerin çürükleri yukarıda belirtilen yöntemlerle temizlendi. Hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeylerine kompozitler ve adeziv sistemler üretici firma talimatlarına göre uygulandı. Dişlere, makaslama bağlanma dayanımı testi uygulandı. Sınıf V kavite mikrosızıntı değerlendirmesi için hazırlandı. Dişler rastgele iki gruba ayrıldıktan sonra, sadece bir gruba ilave lazer etching uygulaması yapıldı. Kavite yukarıdaki gibi restore edildikten sonra dişlere 1000 kez termal siklus uygulandı. Dişler, %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda bekletildi ve stereomikroskopta incelenmek üzere kesildi. Elde edilen verilerin istatistiğinde, Friedman testi, Kruskall-Wallis, One Way Anova, Mann Whitney U ve Wilcoxon Ranks testleri uygulanmıştır (p=0,05).

Genel olarak sonuçlara göre, makaslama bağlanma dayanımı testinde kompozitler ve çürük uzaklaştırma yöntemleri arasında farklılık tespit edildi (p<0,05). Mikrosızıntı değerlendirmesinde ise kompozitler arasında farklılık gözlemlenirken (p<0,05), kavite hazırlama yöntemleri arasında farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

Çürük temizleme yöntemlerinden frez grubu, Er:YAG lazer grubundan (self adeziv kompozitlerin tek başlarına uygulandıkları gruplar hariç) daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. Genel olarak self-adeziv kompozitlerin hepsi birbirine yakın bağlanma değerleri gösterirken, geleneksel akıcı kompozit self adeziv kompozitlere göre daha yüksek değerler göstermiştir. Self-adeziv kompozitlerin tek başlarına uygulandığı gruplar, adeziv sistemlerle beraber uygulanan gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bağlantı gösterirken, self-etch ve total-etch adeziv sistemler arasında farklılık tespit edilmemiştir. Mikrosızıntı sonuçlarına göre ise, lazer etching uygulamasının mikrosızıntı üzerine etkisi olmadığı ve self-adeziv kompozitlerin tek başlarına uygulandıklarında mikrosızıntıya engel olamadıkları bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Çürükten Etkilenmiş Dentin; Er-YAG Lazer; Makaslama Bağlanma Dayanımı; Mikrosızıntı; Self-Adeziv Kompozit

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELCUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

A Comparison of the Different Self-Adhesive Composites' Shear Bond Strength and Microleakage on Caries Affected Dentin with Using Er-Yag Laser

Makbule Tugba TUNCDEMIR
Department of Restorative Dentistry

PhD THESIS / KONYA-2015

The aim of this study was to evaluate of different self-adhesive composites' shear bond strength when used different adhesive systems on affected caries dentin with using Er-YAG Laser and microleakage on Class V cavities.

This study consisted of two parts; shear bond strength test and microleakage evaluation. 220 decayed molar teeth, were randomly divided into two groups to be used in two different cleaning methods (Er-YAG, bur). Then teeth were divided further into nine subgroups in each group (n = 10) to be applied different adhesive systems (SE Bond, Optibond FL) with different self-adhesive composites (Vertise Flow, ConStic, Fusion Liquid Dentin). The control group consisted of a flowable conventional composite (Filtek Ultimate Flower) were performed with two different adhesive system. Teeth crowns were removed and the caries cleared with the above methods. Adhesive systems and composites were applied on caries affected dentin according to manufacturer's instructions. Shear bond strength test was applied on teeth. Class V cavities were prepared for microleakage evaluation. The teeth were randomly divided into two groups, laser etching application was further applied only one group. Cavities were restored as above and then 1000 times thermal cycles was applied on the teeth. The teeth were stored in 0.5% basic fuchsin solution and cut for evaluate with stereomicroscope. The statistics of the obtained data, the Friedman test, Kruskal-Wallis, One way Anova and Mann-Whitney U and Wilcoxon rank tests were applied (p = 0.05).

Generally according to the results, the differences were detected between caries removal methods and composites of shear bond strength test (p <0.05). In Microleakage evaluation between composites, differences were occurred (p <0.05), there was no difference between the methods of cavity preparation.

Caries removing methods of bur groups obtain the highest shear bond strength values than Er:YAG Laser groups (except groups which self adhesive composites applied alone). Generally, all of the self-adhesive composites showed similar bond strength values, traditional flowable composite showed higher values than self adhesive composites. Self-adhesive composite applied groups showed significantly lower bond strength values according to the groups with the adhesive system applied, there was not significantly difference between self-etch and total-etch adhesive. According to the results of microleakage, laser etching applications had no effect on microleakage and the self-adhesive composites when used alone, can not prevent microleakage.

Keywords: Caries Affected Dentin; Er-YAG Laser; Microleakage; Self-Adhesive Composite; Shear Bond Strength

1.GİRİŞ

Restoratif dişhekimliğinde, lazer sistemleri ile kavite hazırlanması son zamanlarda geleneksel yöntemlere alternatif olarak sunulmakta ve kullanım alanları gittikçe yaygınlaşmaktadır. Diş sert dokularında kullanılabilen lazer sistemlerinin geliştirilmesiyle farklı lazer tipleri ve enerji düzeyleri kullanılarak farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Mine ve dentindeki çürük doku lazer ile uzaklaştırıldığında, yüzeyde meydana gelecek değişikliklere bağlı olarak uygulanacak adeziv sistemin etkinliği de farklılık gösterebilmektedir. Geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında lazerin en büyük avantajı; ağrı, vibrasyon oluşturmaması ve çoğu vakada preparasyon esnasında anestezi gerektirmemesidir (Lizarelli ve ark 2004). Ayrıca diş sert dokularını kaldırırken çevre dokulara ve pulpaya zararlı etkilerinin olmadığı bildirilmiştir (Schein ve ark 2003). Er-YAG lazerin periodontal işlemler, kavite preperasyonu, çürük doku uzaklaştırma ve yüzey pürüzlendirme gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Er:YAG lazer kullanılarak kavite hazırlığının yapıldığı durumlarda kullanılan farklı adeziv sistemlerin, dentine bağlanma kuvvetlerinde farklı sonuçlar elde edildiği rapor edilmiştir (Visuri ve ark 1996, Eguro ve ark 2002, Dunn ve ark 2005, Bertrand ve ark 2006).

Taramalı elektron mikroskobu (TEM) incelemelerinde geleneksel yöntemlerle ve Er:YAG lazer ile hazırlanan kavite yüzeyleri arasında farklı morfolojik görüntüler tespit edilmiştir. Lazer uygulanmış dentin yüzeylerinde karakteristik mikro düzensizlikler, dentin kanallarının açıklığı, smear tabakasının yokluğu görülmüş ve bu yüzey özelliklerinin bazı araştırmacılar tarafından bağlanmayı olumlu etkilediği belirtilmiştir (Pelagalli ve ark 1997, Armengol ve ark 1999). Bazı araştırmacılar ise geleneksel aletlerle hazırlanmış yüzeylere göre lazer uygulanmış yüzeylerde bağlanma kuvvetlerinin olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir (Aoki ve ark 1998, Martinez-Insua ve ark 2000, Schein ve ark 2003, Bertrand ve ark 2004). Dentin adezyonundaki bu olumsuzluğun nedenlerinden biri olarak, Er:YAG lazerin hidroksiapatit kristallerini uzaklaştırırken kollajen yapıya zarar vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Aranha ve ark 2007). Er:YAG lazerin; kollajen ağna ve uygulanan restorasyon materyalinin dişe bağlanma kuvvetine etkisi ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

Özellikle arka bölgedeki dişlerin restorasyonunda yaşanan en büyük sorunlardan biri diş eti kenarındaki bölgede uygulanacak restoratif materyalin uyumudur. Restorasyonun diş etiyle uyumundaki eksiklik nedeniyle dişte hassasiyet, sekonder çürük oluşumu, pulpal patolojiler ve restorasyonda kırılmalar görülebilmektedir (Alani ve Toh 1997). Er:YAG lazer ile hazırlanan kavitelere uygulanacak farklı tip adeziv sistemlerin mikrosızıntı açısından karşılaştırılması klinik anlamda önem taşımaktadır (Hossain ve ark 2003, Bertrand ve ark 2006). Mikrosızıntı açısından lazerin etkisinin değerlendirildiği birçok çalışma mevcuttur (Ceballos ve ark 2001, Palma Dibb ve ark 2002, Corona ve ark 2003, Bertrand ve ark 2004, Delme ve ark 2005). Adeziv sistemlerin sürekli yenilenmesiyle değişik adeziv sistemlerin lazer ile hazırlanmış kavitelere uygulandığında materyalin kenar uyumunun değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çürük dokular lazer kullanılarak uzaklaştırıldığında mine ve dentin yüzeyinde meydana gelen değişiklikler dentin-adeziv bağlantısında farklılıklara yol açabilmektedir (Bertrand ve ark 2004, Aranha ve ark 2007). Er:YAG lazer ile yapılan kavite preparasyonlarında mine ve dentin yüzeyinde meydana gelen değişikliklerin geleneksel yöntemlere göre daha farklı olması ve bu değişikliklerin adeziv prosedürler açısından avantaja dönüştürüleceği düşüncesi özellikle Er:YAG lazerlerin restoratif tedavide kullanımını arttırmaktadır (Bertrand ve ark 2006, Aranha ve ark 2007). Restoratif tedavide adeziv sistemler üç aşamalı total-etch sistemler, iki aşamalı total-etch sistemler, iki aşamalı self-etch sistemler ve tek aşamalı self-etch sistemlerden oluşmaktadırlar (Powers ve ark 2003).

Günümüzde kompozit rezinlerle ilgili en güncel gelişmelerden biri de, herhangi bir adeziv sisteme ihtiyaç duyulmadan diş dokularına kendi kendine bağlanabilen self-adeziv akıcı kompozitlerdir. Bu güncel materyal araştırmacıların ilgisini çekmiş ve bu materyalin dentine bağlantısının ve dentindeki sızıntı performansının değerlendirildiği çalışmalar yapılmıştır (Pacifci ve ark 2013, Vichi ve ark 2013, Tuloglu ve ark 2014). Ancak bu çalışmalar incelendiğinde sağlam dentinde yapıldığı dikkati çekmektedir. Araştırmacılar; ağızda çürükten etkilenmiş dentin üzerine uygulanabilecek, bağlanma dayanımının ve mikrosızıntı değerlerinin kabul edilebilir boyutta olduğu ideal malzeme arayışındadırlar.

1.1.Mine Histolojisi

Pulpa kompleksi ve dentin için koruyucu bir doku olan mine, ektodermal kökenli, sert ve dayanıklı bir dokudur. Hidroksiapatit kristalleri minenin inorganik içeriğinin en önemli bileşenidir. Bu kristaller ağırlıkça minenin %96'sını ve hacimce %86'sından fazlasını oluşturur. Bununla beraber %4 ve %12 arasında su ve küçük bir oranda organik matriks içerir (Nicholson 2001).

1.2.Dentin Histolojisi

Mezenkimal kökenli dentin, kökte sementle çevrili olup, kromda dişin en önemli kısmını oluşturan mineyi desteklemektedir (Nicholson 2001). Biyolojik bir karışım olan dentin; kollajen matriks içinde yer alan apatit kristal partiküllerinden oluşmaktadır. Dentinin biyokimyasal içeriğine bakıldığında; ağırlıkça %70'inin inorganik, %20'sinin organik bileşenlerden hacimce ise %50'sinin inorganik, %30'unun organik yapıda olduğu geriye kalan kısmının da sudan ibaret olduğu görülür (Berkovitz ve ark 2002, Pashley 2002, Sturdevant ve ark 2002, Avery ve Chiego 2006, Pashley ve Liewehr 2006). Mineral içeriği mineye oranla %20 daha az olup, radyografda mineden daha radyolüsent görülmektedir (Sturdevant ve ark 2002, Avery ve Chiego 2006). Dentinin organik kısmı ise yaklaşık olarak %91 oranında kollajenden oluşmuştur (Sturdevant ve ark 2002, Pashley ve Liewehr 2006).

Dentin özellikle küçük ve ince apatit kristal parçalarından oluşmakta ve bunlar çapraz bağlantılı kollajen fibrillerin içine gömülmüş halde bulunmaktadır. Dentin yapımı (dentinogenezis), odontoblastlar tarafından sentez edilen kollajenin ortama salınmasıyla başlar. Oluşan kollajen matriksin daha sonra mineralize olduğu ve odontoblastların hücre uzantılarını geride bırakarak mine-dentin ya da sement-dentin sınırından itibaren pulpaya doğru geri çekildikleri görülür (Pashley 2002, Sturdevant ve ark 2002).

Odontoblastların uzantısı dentin tübülünde bulunurken, hücre gövdesi pulpanın periferinde bulunur ve organik dentin matriksini salgılayarak mineralizasyonu düzenler. Olgun dentinde, dentin kalınlığının üçte birine kadar odontoblastik süreçler ilerler (Kidd 1976). Kanallar ve tübüller birbirine yakın geçen odontoblastik süreçler tarafından oluşturulur. Yaklaşık 1µm çapında olan bu tübüller mine dentin sınırından pulpaya kadar olan 3–3.5 mm'lik kalınlığı çapraz

olarak geçerler (Nicholson 2001). Dentin mine sınırının yakınındaki tübüller koronalde ‘’S’’ şekli çizirler ve bunlar kök yüzeyine ve okluzal yüzeye yakın mine dentin birleşiminden pulpa ara yüzüne doğru daha düz bir çizgi oluştururlar. Dentinin, intertübüler dentin ve peritübüler dentin olmak üzere 2 tipi vardır. İntertübüler dentin, dentinin esas yapısını oluşturan kollajen matriks içine gömülü hidroksiapatitten oluşan yapısal dentin bileşenidir. Peritübüler dentin, intertübüler dentine oranla daha mineralize olan bu kısım tübül duvarlarının bitim hattına kadar sınırı olan yapısal dentin bileşenidir (Nicholson 2001, Craig ve Powers 2002). İntertübüler dentin mine kristalleri ile aynı boyutta olan hidroksiapatit kristalleri içerir ve bu oran yaklaşık olarak %50 dir. Bu kristaller kollajen fibriller arası boşlukta yer almaktadırlar. Peritübüler dentinin ise hacimce yaklaşık olarak hacimsel %80-90’ı hidroksiapatit kristalleridir (Craig ve Powers 2002). Pulpa vital kaldığı sürece, dentin oluşumunun dişin sürmesinden sonra da devam ettiği bilinmektedir (Sturdevant ve ark 2002).

1.3.Çürük Tanımı

Çürük, dental biyofilm tabakasında mikrobiyolojik değişiklikler ile başlayan, etiolojisinde başta diyet alışkanlıkları, konak ve zaman gibi birçok faktörün rol oynadığı multifaktoriyel bir hastalıktır (Fejerskov ve Manji 1990, Fejerskov ve Kidd 2003) Kalsifiye dokuların yıkımı ve lokalize çözünmesiyle sonuçlanan enfeksiyöz ve mikrobiyolojik bir hastalık olarak da tanımlanır. Çürük, plak ve diş minerali arasındaki fizyolojik dengenin bozulması ile oluşur (Roberson ve ark 2010).

1.4.Çürük Dentin Histolojisi

Çürük, plağın asit üreten bakteri içermesine bağlı olarak en alt tabakada mine lezyonuyla başlar, dentin demineralizasyonu, kavitasyon, demineralize dentin dokusunun enfekte olması ve dentin matriksinin çözünmesiyle devam eder (Pashley ve Pashley 1991). Dentinde çürüğün ilerlemesi mineye göre mineral içeriğinin daha az olması ve dentinin tübüller yapıda olması nedeniyle daha hızlıdır. Çürük, dentine ulaştığında akut bir evrenin ardından dinlenme periyotları şeklinde devam eder. Aktif halde ve hızlı ilerleyen çürük sarı ya da açık kahverengi gözlenirken, kronik halde yavaş ilerleyen bir çürük daha sert ve koyu kahverengi renklidir (Mjor 2009).

Fusayama (1979), dentin çürüğünü enfekte dentin ve etkilenmiş dentin olmak üzere iki farklı tabakaya ayırmıştır. Dıştaki tabaka olan enfekte dentin; kollajenin geri dönüşümsüz olarak denatüre olduğu, yüksek miktarda mikroorganizma içeren, yumuşak kıvamlı, nemli görünümlü, geniş dekalsifikasyona sahip, çürük tespit boyaları ile boyanabilen, yüzeyinde nekrotik doku artıkları olan ve artık remineralize olamayan tabakadır. Bu tabakadaki dentin tübüleri genişlemiştir. Kollajen lifler dağınık haldedir ve aralarındaki çapraz bağlantılar seyrek (Ogushi ve Fusayama 1975, Fusayama 1979). İçteki tabaka; çürükten etkilenmiş dentin tabakasıdır.

1.5.Çürükten Etkilenmiş Dentin Histolojisi

Orta derecede dekalsifikasyon gösteren, moleküler bağlantıların ve kollajen yapının sağlam olduğu fizyolojik olarak remineralize olabilen tabakadır (Ogushi ve Fusayama 1975, Fusayama 1979). Çürükten etkilenmiş dentin klinik olarak değerlendirildiğinde sağlıklı dentinden daha az sertlikte olması, dış kaynaklı renklenmeye veya organik dentindeki asit etkisine bağlı olarak sarı-kahverengi rengi ile ayırt edilebilir (Pashley ve ark 1991). Peritübüler ve intertübüler dentinde çok sayıda apatit kristalleri gözlenir. Bu tabakada bakteri invazyonu yoktur fakat bakteri toksinlerine rastlanmaktadır. Çürük tespit boyalarınca boyanmamaktadır (Ogushi ve Fusayama 1975, Fusayama 1979).

Dentin çürüğü en içten dışa doğru beş farklı tabaka şeklinde sınıflandırılmıştır (Roberson ve Lundeen 2002):

Birinci tabaka normal dentin tabakasıdır. En derinde yer alan, lümeninde hiç kristal içermeyen ve düzgün odontoblast uzantılı kanallara sahip normal dentindir. Odontoblastik sürecin devamlılığının bozulmaması nedeniyle bu tabakadaki dentin tübüllerinin yapısı bozulmamıştır. Kollajenlerin intertübüler dentindeki çapraz bağlı yapısı bozulmamıştır ve apatit kristallerinin yoğunluğu değişmemiştir. Tübüllerde bakteri bulunmaz. Normal dentin tabakasındaki ozmotik değişiklikler (sukroz ya da tuz uygulaması), frezlerin dentin dokusuna uygulanması, dokunun hava ya da ısıyla kurutulması gibi stimülasyonlar keskin bir ağrıya neden olmaktadır (Roberson ve Lundeen 2002).

İkinci tabaka subtransparan dentin tabakasıdır. Bu tabaka normal dentin tabakasının üzerinde yer almaktadır. İntertübüler dentinde demineralizasyon ve tübül

lümenlerinde çok ince kristal oluşunları gözlenmektedir. Odontoblastik proçes hasar grmuştr fakat bu tabakada bakteriye rastlanmaz. Remineralizasyon kapasitesi olan bu tabakanın stimulasyonu ağrı oluşturur (Roberson ve Lundeen 2002).

nc tabaka transparan (saydam) dentin tabakasıdır. Saydam dentin tabakası, dentin rgnn normal dentinden daha yumuşak olan tabakasıdır. İntertübüler dentin tabakasında büyük oranda mineral kaybı bulunmaktadır. Dentin tübüllerinin lümenleri içinde büyük hacimli kristaller gözlenmektedir. Dentinin stimulasyonu ağrıya neden olur. Bakteriye rastlanmaz. Bu tabakada organik asitlerin hem mineral hem de organik içeriğini yıkıma uğrattığı görülmektedir. Ayrıca bu tabakadaki kollajendeki çapraz bağların bozulmadığı saptanmıştır. Bu nedenle pulpanın vitalitesini koruduğu koşullarda bu bölgenin kendini tamir edebilme özelliği bulunmaktadır (Roberson ve Lundeen 2002).

Dördüncü tabaka bulanık dentin tabakasıdır. Bakteri invazyonu gözlenmektedir. Dentin tübüllerinin yapısı bozulmuş ve genişlemiştir. Tübüllerde çok az miktarda minerale rastlanır. Bu bölgedeki kollagen yapı geri dönüşümsüz olarak bozulmuştur. Bulanık dentin tabakasının kendini tamir edebilme özelliği bulunmamaktadır. Bu tabaka remineralize olmamaktadır ve restorasyon öncesinde mutlaka uzaklaştırılmalıdır (Roberson ve Lundeen 2002).

Beşinci tabaka enfekte dentin tabakasıdır. Çürük dentinin en dıştaki tabakası olup bol miktarda bakteri içermektedir. Dentinin yapısı tamamen bozulmuştur, yumuşaktır. Bu bölgede dentinde hiçbir yapısal elemana, kollajene ve minerale ratlanmaz. Enfeksiyonun yayılmasının önlenmesi ve başarılı bir restoratif işlem için enfekte olmuş dentinin kaldırılması zorunludur. Enfekte dentin, histolojik olarak yıkımın merkezidir (Roberson ve Lundeen 2002).

Yavaş ilerleyen bir çürük lezyonunda pH değişikliği nedeniyle etkilenmiş dentin altındaki tübüllerde çözünebilir minerallerin rekristalizasyonu olabilir. Bu çökelmiş kristaller, tübül ağızlarını kapatarak toksinlerin pulpaya ulaşımını engeller. Buna ‘skleroz bölge’ adı verilir. Çürük dokusu uzaklaştırılırken çürük nedeniyle enfekte olmuş yumuşak dış tabaka uzaklaştırılmalıdır, ancak çürükten etkilenmiş iç tabaka remineralize olma ihtimalinin bulunması nedeniyle korunmalıdır (Kuboki ve ark 1983, Zheng ve ark 2003).

Sadece renk bozukluğu dikkate alınarak çürük teşhisinde bulunmak doğru bir yöntem değildir. Fakat frez ve el aletleri kullanılırken dokunma hissi ile alınan tepkinin enfekte, etkilenmiş ve normal dentin arasındaki farkı ayırmada güvenilir bir rehber olduğu iddia edilmektedir (Nicholson 2001).

Aktif olarak ilerlemekte olan dentin çürüğü yumuşaktır ve sarı-açık kahverengi renktedir. Çürük dokusunun uzaklaştırılmasının amacı; nekrotik ve enfekte dentin dokusunu daha derinlerdeki enfekte olmamış sağlam dentin dokusuna zarar vermeden uzaklaştırmaktır. Çürük uzaklaştırmasında kullanılan en yaygın yöntem, uygulayıcıya demineralize dentin tabakası ile sert dentin tabakasını ayırabilme imkânı veren el aletlerinin ve düşük hızda dönen frezlerin kullanımınıdır. Uygulayıcının çürüğü uzaklaştırmasının ardından dentinde sond ile kontrol edildiğinde sert olan renklenmiş bir alan kalabilir ya da hiç renkli alan kalmayabilir. Enfekte çürük dokusunun uzaklaştırılmasının ardından dentin tübüllerinde bazı bakterilerin hala yaşayabildiği görülebilmektedir. Yapılan mikrobiyolojik çalışmalarda çürük dokusu uzaklaştırılmış olan dişlerin %25'inde bakteri tespit edilmiş ve histolojik yöntemlerle dentin tübüllerinde %30-50 oranında mikroorganizma bulunduğu saptanmıştır. Fakat sızdırmaz bir şekilde kapatılmış, uygun derecede retatif bir restorasyonun varlığında bakterilerin substrata geçişi ve zararlı etkileri önlenmektedir (Axelsson 2000).

Çürükten etkilenmiş dentini ortaya çıkarmak için genellikle çürük boyaları kullanılmaktadır. Fakat sağlam dentinin de çürük boyaları tarafından boyanabileceği göz ardı edilerek çürük temizleme yapılırsa sağlam veya remineralize olabilecek dentinin de uzaklaştırılabileceği iddia edilmektedir (Hosoya ve ark 2007). Günümüzde çürükten etkilenmiş dentinin tespiti için kullanılan en güncel yöntem Diagnodent sistemidir (Yonemoto ve ark 2006).

1.6.Diagnodent

Çürükten etkilenmiş dentin için Diagnodent değerleri arasında literatürde farklılıklar göze çarpmaktadır. Dentindeki kollajen miktarı, apatit kristallerinin çapı, bakteri yıkım ürünleri, smear tabakasının varlığı Diagnodent'in değerlerini etkilemektedir (Mendes ve ark 2005). Yonemoto ve ark (2006) yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer ile çürüğü temizlenen örneklerde 21-30, 11-20, 10< değerleri arasında

temizlemeyi bitirmiş ve örnekler çürüğün varlığı\yokluğu açısından değerlendirilmiştir. Sonucun 11-20 skoru arasında olduğu değerlerde çürüğün iç tabakası olan etkilenmiş dentin tabakasının zarar görmediği belirtilmiştir. Diagnodent ile yapılan rezidüel çürük teşhisi ile derin çürüklerde pulpanın ekspoz olma riski azalmakta ve sağlam diş dokusundan gereksiz yere madde kaybı önlenmektedir. Çürük tespit boyaları ile Diagnodent karşılaştırıldığında Diagnodent'in rezidüel dentin çürüğünü belirlemede daha başarılı olduğu belirlenmiştir (Iwami ve ark 2004).

Diagnodent cihazında, 665 nm dalga boyundaki kırmızı diod lazer floresans ışını, diş yüzeylerine özel olarak tasarlanmış bir uç yardımı ile uygulanır ve filtre edilen floresans sinyalleri cihazın dedektörü tarafından toplanır. Toplanan sinyal 0-99 arasında numerik bir değerle cihazın göstergesinde izlenir. Sayısal değer arttıkça çürüğün var olma olasılığı artmaktadır (Featherstone 2000, Hibst ve ark 2001, Toraman ve Bala 2003, Lussi ve Angmar-Mansson 2008).

1.7.Diş Çürüğünün Uzaklaştırılmasında Kullanılan Yöntemler

Diş çürüğünü uzaklaştırmada kullanılacak yöntemin hem klinisyeni hem de hastayı memnun edecek bazı özellikler taşıması gerekmektedir. İdeal bir çürük uzaklaştırma yönteminden beklenen özellikler aşağıda belirtilmiştir:

- Klinikte kullanımı kolay ve rahat olmalıdır.
- Çürük ve sağlam dokuyu ayırabilmeli, sadece çürük dokuyu uzaklaştırmalıdır.
- Kullanımı sırasında ağrı oluşturmamalı ve minimum basınç gerektirmelidir.
- Kullanımı sırasında vibrasyon ve ısı artışına neden olmamalıdır.
- Kurulumu ve sterilizasyonu kolay olmalıdır.
- Ucuz ve kolay elde edilebilir olmalıdır (Banerjee ve ark 2000a).

1.7.1.Ekskavatörler, El Aletleri ve Frezler

Günümüzde restoratif dişhekimliği pratiğinde en çok tercih edilen yöntem döner aletlerin frez ile birlikte kullanımınıdır. Bu yöntemin preperasyon esnasında yüksek ısı oluşturması, fazla madde kaldırma riski, diş dokusuna baskı yapılması, ses ve vibrasyona neden olması gibi dezavantajları mevcuttur (Banerjee ve ark 2000a).

Döner aletlerle beraber kullanılan frezler çürüklü dentin dokusunu kolaylıkla kaldırıp, sağlıklı dentin tübüllerin açığa çıkmasına neden olur (Banerjee ve ark

2000a). Diş sert dokularında frezlerle aralıksız ve uzun süre susuz çalışıldığı zaman oluşacak olan ısının dentin kanalları içindeki protoplazmanın koagülasyonuna yol açarak pulpa hücrelerinin zarar görebileceği savunulmaktadır (Vinski 1979, Yamada ve ark 2001). Bu nedenle su soğutmalı sistemler kullanılarak ısının yaratacağı zararların engellenmesi amaçlanmaktadır. Fakat su soğutması kullanıldığında, su ile temas eden odontoblast uzantılarının ağrıya neden olabileceği belirtilmiştir. Preperasyon esnasında frezin kavite tabanında devamlı olarak geniş bir alanda dolaştırılması, sabit bir noktada uzun süre tutulmaması, hızın ve basıncın uygulama boyunca sabit tutulması ve en uygun frez seçimine dikkat edilmesi ile frez kullanımından kaynaklanan birçok problemi azaltılabilir fakat yine de tam olarak önlenemez (Banerjee ve ark 2000a). Klinik kullanımda çürük lezyona girişi sağlamak için minede aeratör ile uyumlu kullanılan yüksek hızla dönen frezler önerilirken, çürük temizleme için ise mikromotor ile uyumlu düşük hızla dönen frezler önerilmektedir. Ekskavatör, yumuşak çürüğün kaldırılmasında freze göre daha hassas ve kontrollü bir çalışma imkânı sağlar (Banerjee ve ark 2000a).

1.7.2.Lazer

“LASER” kelimesi, “Light Amplification by Stimulated Emmission of Radiation” kelimelerinin baş harflerinden türetilmiş bir kısaltmadır ve dilimizdeki karşılığı “Radyasyon salınımının emisyonunun uyarılması ile ışık şiddetinin artırılmasıdır” dır (Martens 2011).

Lazer ışığı teorisi, Albert Einstein’ının ortaya koyduğu “Kuantum Teorisi” ne dayanır. Bu teoriye dayanarak, radyasyonun uyarılmış ve kendiliğinden salınım teorisi gelişmiştir. Bu teoride Einstein; algıladığımız maddelerin klasik fizikte bilindiği gibi durgun bir yapısının olmadığını, aslında hareketsiz gibi görünen maddelerin elementer parçacıklarının canlı özellik gösterdiğini, yani hareket halinde olduğunu tespit etmiştir. Uygun boyutta bir fotonun (ışığı oluşturan en küçük parçacık) önceden uyarılmış bir moleküle çarparsa, aynı boyutlarda başka bir foton yayabileceğini ileri sürmüştür. İşte bu uyarılmış salınım teorisine dayanan ilk cihaz olan “MASER”i (Microwave Amplification of Stimulated Emission of Radiation) 1951 yılında Charles Hard Townes keşfetmiştir. 1958 yılında “maser prensibi”ni tanımlamış ve içinde ışığın da bulunduğu herhangi bir dalga boyundaki bütün elektromanyetik dalgalara uygulanabileceğini belirtmiştir (Schawlow ve Townes

1958). 1960 yılında Theodore Maiman tarafından yakut (ruby) lazerin geliştirilmesiyle, sert ve yumuşak dokuların kesilmesi için lazer kullanılabileceği akıllara gelmiştir. Yapılan ilk çalışmalarda ruby lazerin ısı artışına neden olduğu ve pulpada belirgin hasara yol açtığı belirtilmiştir (Adrian ve ark 1971). Neodmiyum lazerin keşfiyle yaklaşık olarak lazerin keşfinden bir yıl sonra lazer sistemleri literatürde yeni bir yere sahip olmuş ve farklı dalga boylarında lazer sistemleri geliştirmiştir (Coluzzi 2004, Van As 2004).

Lazerler; çürük temizlenmesi, minenin asitlenmesi, kanal preparasyonu, kavite preparasyonu, in vitro ortamda kemik kesimi ve kalsiyum-fosfor oranının değiştirilmesi gibi birçok alanda kullanılabilir (Dederich ve Bushick 2004). Çürük uzaklaştırma yapılırken lazer ile preparasyonun konvansiyonel çürük uzaklaştırma yöntemine göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Avantajları arasında; hasta tarafından tolere edilebilir olması, az ya da hiç anestezi gerektirmemesi, vibrasyon ve ses oluşturmaması, çürüğü selektif olarak uzaklaştırabildiğinden dişten fazla madde kaybı oluşturmaması, kaviteyi pürüzlendirerek kompozit-diş arasındaki bağlantının daha güçlü olmasına katkısı, etkin çürük temizleyebilmesi, smear tabakası oluşturmaması, antibakteriel olması, pulpa ve çevre dokularda aşırı ısı artışına neden olmaması dolayısıyla pulpa vitalitesine zarar vermemesi, dentin tübüllerini tıkayabilmesi, yumuşak ve sert dokuya aynı anda aynı lazerle müdahale edilebilmesine olanak tanınması sayılabilir. Dezavantajları arasında ise; mine yüzeyinde erimeye neden olarak asit demineralizasyonuna neden olması, kullanımının daha zor olması, maliyetinin yüksek olması, çürük temizleme süresinin daha uzun olması ve teknik hassasiyet gerektirmesi sayılabilir (Dederich ve Bushick 2004, Martens 2011, Olivi ve Genovese 2011).

Lazerlerin kavite preparasyonu ve çürük diş dokusunu uzaklaştırmada kullanılabilmesi birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Elektromanyetik spektrumun kızıl ötesi bölgesinde bulunan ve benzer dalga boylarında olan pek çok lazer bulunmaktadır. Erbiyum, CO₂, Ho:YAG, Ho:YSGG, Nd:YAG, Diyot ve Excimer lazerler günümüzde kavite preparasyonlarında ve çürük diş dokusunun uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada kavite preparasyonu ve çürük diş dokusunun uzaklaştırılmasında en başarılı lazerin erbiyum lazerler olduğu belirtilmiştir (Walsh 2003). Yine başka bir çalışmada bu lazer sistemleri ile çürük diş

dokusunun etkin olarak uzaklaştırılabildiği ve diş sert dokularında preparasyonlar yapılabildiği belirtilmiştir (Van As 2004).

Erbiyum lazerler ile kompozit rezin ve cam iyonomer restorasyonlar uzaklaştırılabilmektedir ve aynı zamanda bu cihazlardan diş sert dokularını pürüzlendirme amacıyla da faydalanılmaktadır (Hibst ve Keller 1989).

Erbium:Yttrium Aliminium Garnet (Er:YAG) lazer

Er:YAG lazerler, erbiyum (Er 3+) iyonları ile katkılandırılmış, YAG (yttrium-aluminium-garnet) ana kristalinden oluşmaktadır. YAG kristaliyle birlikte bulunduğu, erbiyum iyonları, 2940nm dalga boyunda lazer ışığı salınımı gerçekleştirir. Erbiyum lazerlerin su tarafından soğurulmasının tüm lazerlerden fazla olduğu ve bunun yanında kollajen ve hidroksiapatite karşı yüksek bir afiniteye sahip olduğu bilinmektedir (Coluzzi 2000, Matsumoto 2004).

Kullanıma geçtiği ilk yıllarda bu lazerlerin düşük enerjiyle mine ve dentinde oluklar açabildikleri tespit edilmiştir. Hibst ve Keller (1989) yaptıkları çalışmada Er:YAG lazerin termal hasar oluşturabilecek ısı artışına neden olmadan diş sert dokularını kaldırılabilceğini belirtmişlerdir. Bununla beraber cihaza su soğutması yapan sprej eklendiğinde mine ve dentinde minimal düzeyde termal hasar olduğu gözlenmiştir. Lazerin kullanım prosedürünün güvenli olduğu belirtilmekle beraber lazer kullanım prosedürü için gereken zamanın yüksek hızda dönen aletler için gerekli zamandan iki kat fazla olduğu saptanmıştır (Hibst ve Keller 1989). 1992 yılında dental markette Er:YAG lazer (Kavo Key lazer, Kantenback ve Voigt GmbH, Germany) yerini almıştır. FDA (Food and Drug Administration), bu lazer'in 1997 yılında çürük temizleme, kavite preparasyonları ve adezyon öncesi mine ve dentin modifikasyonu gibi sert doku tedavilerinde, 1999 yılında yumuşak doku cerrahisinde ve 2004 yılında kemik cerrahisinde kullanımını kabul etmiştir (Aoki ve ark 2004).

Er:YAG lazerin enerjisi, suya olan affinitesinden dolayı hem su molekülleri hem de hidroz organik bileşenler tarafından absorbe edilir, bu komponentlerde ısı etkisiyle buharlaşmaya neden olur. Buna 'fototermal buharlaşma' denir (Watanabe ve ark 1996). Sert doku prosedürlerinde oluşan su buharı, doku içindeki internal basıncı artırır ve patlayıcı genişlemeler meydana getirir (Aoki ve ark 2004). Bu dinamik etkilerle mekanik doku kollapsı oluşur ve bu durum termomekanik ya da

fotomekanik ablasyon ile sonuçlanır. Bu fenomene su aracılığı ile 'patlayıcı ablasyon' da denir (Watanabe ve ark 1996).

Erbium lazerlerin diş sert dokularında kullanımı sırasında patlama tarzı sesler oluşturması karakteristik bir özelliktir. Oluşan bu sesin derecesi ve rezonansı, dişin içindeki akustik şok dalgası ile ilişkilidir. Çürük diş dokusu uzaklaştırılırken oluşan patlama sesinin şiddeti artmaktadır. Bu özellik sayesinde kullanıcı çürüğün tamamen uzaklaşıp uzaklaşmadığını öngörebilmektedir (Walsh 2003).

Lazerin etkisi yüzeysel (1-10 mikron doku derinliği) ve mekaniktir. Geleneksel yöntemlerle ve Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin yüzeylerinde farklı özelliklerin olduğu dikkati çekmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerleri kullanılan dentin yüzeylerinin pürüzlü olduğu, bu yüzeylerde debris olmadığı, dentin kanallarının çoğunun açık ve görünür olduğu belirtilmiştir. Bu nedenlere dayanarak lazer kullanılarak aşındırılmış yüzeylerin adezyon için daha uygun olduğu düşünülebilir. Bunu aksine yapılmış başka çalışmalarda geleneksel aletlerle hazırlanmış dentin yüzeylerinde lazer uygulanmış yüzeylerine oranla daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları elde edilmiştir (Ceballo ve ark 2002, Ramos ve ark 2002, Aranha ve ark 2007). Aranha ve ark (2007) yüzeylerde oluşan bu beklenmedik etkinin Erbium lazerin hidroksiapatit kristallerini kaldırırken kollajen fibril ağına zarar vermesinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir (Aranha ve ark 2007). Yine başka bir çalışmada Er:YAG lazerin dentin üzerindeki etkisi incelenmiş ve lazerin kollajen dokuları denatüre ettiği rapor edilmiştir (Omae ve ark 2009).

Erbium, Chomium:Yttrium Scandium Gallium Garnet (Er,Cr:YSGG) lazer

Erbium iyonları aynı zamanda krom sentezli YSGG (yttrium-scandium-gallium-garnet) ana kristali içine de katkılabilir. YSGG kristaliyle birlikte bulunduğu erbiyum iyonlarının ışık salınımı genelde 2790 nm dalga boyunda olur. Su tarafından iyi absorbe edilir ve 1 µm etki derinliğine sahiptir. Dental dokular üzerine olan etkisi Er:YAG lazer ile benzerdir. Kemik ve dental sert dokular üzerinde etkilidir ve pulpa sağlığını olumsuz yönde etkilemez (Eversole ve ark 1997). Bunun dışında Er,Cr:YSGG lazer sistemi ağız içindeki herhangi bir yapı ile temasta olmadığı zamanlarda yüksek düzeyde ses oluşturmaktadır. Er:YAG lazerde tam tersi olan bu durumun; lazer ucundan ortaya çıkan başlangıç lazer enerjisinin hava ve

suyu ısıtması ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Er,Cr:YSGG lazerlerde enerji atomize su moleküllerinin en alt noktasına kadar taşınan enerji, bu moleküllere yüksek hız kazandırmaktadır (hidrokinetik kesme)(Walsh 2003).

Yapılan bir çalışmada Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerin benzer mekanizmayla mineyi uzaklaştırabildiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada su içermeyen materyalleri uzaklaştırmada Er,Cr:YSGG lazerlerin başarısız olduğu bildirilmiştir (Walsh 2003).

Diş sert dokularında lazer uygulamalarının etkinliğini incelerken lazer enerji/güç değerleri ve uygulanacak yüzey özellikleri (mine-dentin) göz önünde bulundurulmalıdır. Minede en çok Er:YAG lazer kullanımının önerilmesinde lazer ışının dalga boyları, su tarafından emilim gücü ve hidroksiapatit kristalleri tarafından absorbe oluş gücü etkilidir (Keller ve Hibst 1989). Erbiyum lazerlerin 10 yılı geçkin süredir sağlam ve çürükten etkilenmiş diş sert dokusunu uzaklaştırmada etkili bir performans sergilediği belirtilmiştir (Hibst ve ark 1988) Er:YAG lazerlerin düşük enerjili uygulamaları ile asit uygulamaları arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda asit ve lazer uygulanmış yüzeylerin morfolojik yapısında farklılıklar gözlenmiştir. Er-YAG lazer uygulanmış minede erimiş hidroksiapatit kristallerinin bir tıkaç görevi görerek yüzey geçirgenliğini azaltarak adezyonu olumsuz etkilediği ve aside dirençli bir mine tabakası ortaya çıkarabileceği bildirilmiştir (Niemz ve ark 1993, Hossain ve ark 1999). Er:YAG lazer grubundaki lazerlerle preparasyon yapılan bölgede pulpa perforasyonu olursa, normal el aletleriyle oluşturulana kıyasla iyileşme esnasında reaktif dentin oluşumunun daha fazla olduğu bildirilmiştir (Van As 2004).

Er:YAG lazer ve Er,Cr:YSGG uygulanan dişlerde minede yüzey görünümü karakteristik olarak tebeşirimsi bir görüntüdür. Yapılan SEM görüntüleme çalışmalarında lazer uygulamalarının yüzeyde restoratif materyalin retansiyonunu arttırdığı gösterilmiştir. Bunun sonucuna göre bu yüzeylerin kompozit ve kompomer dolgu materyallerinin kullanımı için ideal olduğu öne sürülebilir (Hibst ve Keller 1989, Van As 2004, Apel ve ark 2005).

Er:YAG lazerlerin bağlanma dayanıklılığı ve marjinal kapama yetenekleri üzerine yapılmış bir çok çalışma mevcuttur. Çalışmaların sonuçlarının değişkenlik

gösterdiği bilinmektedir (Kotlow 2004, Van As 2004). Visuri ve ark (1996) yaptıkları çalışmada lazer ile hazırlanmış örnekleri, asit etching ve geleneksel yöntem ile uygulama yapılmış örneklerle karşılaştırıp, lazer uygulanan örneklerde bağlanma dayanımının arttığını belirtmişlerdir (Visuri ve ark 1996). Er-YAG lazer dentine uygulandığında; kompozit dolgu maddesinin güçlü yapışabilmesine olanak veren yüzey pürüzlülüğünü sağladığı bildirilmiştir (Adams ve Pang 2004, Van As 2004). Bunun aksine Ramos ve ark (2002) yaptıkları çalışmalarda tüm lazer uyguladıkları grupları kontrol grubuyla karşılaştırdıklarında, bağlanma dayanımlarında azalma tespit etmişler ve tek şişeli bonding sistemlerinde bu azalmanın diğerlerinden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada değerlendirilen gruplar içerisinde self-etching primer sistemleri uygulanan grubun en iyi bağlanma dayanımı sonucu verdiği belirtilmiştir.

Son yıllarda, araştırmacılar lazer uygulanmasını takiben mikrosızıntı değerlerine bakmış ve geleneksel yöntemlerle karşılaştırmıştır. Çalışmaların sonuçları lazerin geleneksel yöntemlere bir alternatif olduğunu gösterse de bunun aksini belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Yamada ve ark 2002, Aranha ve ark 2005).

Erbiyum lazerlerin sınıf I ve sınıf V kavitelere mikrosızıntı üzerine olan etkisinin değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur. Sınıf I kavitelere lazer ile yapılan mine preparasyonları ile frezle yapılan preparasyonlar arasında mikrosızıntı açısından hiçbir fark olmadığı bildirilmiştir (Kameyama ve ark 2001, Van As 2004, Xie ve ark 2014).

Aranha ve ark (2005) yaptıkları çalışmada lazer ve geleneksel yöntemleri kullanarak sınıf V kavite hazırlamışlar ve farklı adeziv sistemlerle restorasyonları tamamlayıp mikrosızıntıyı incelemişlerdir. Sonuçta kullanılan farklı preparasyon tekniklerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken, adeziv sistemler arasında fark bulunmuştur.

Yamada ve ark (2002) Er-YAG lazer ve geleneksel yöntemle hazırlanmış kavite mikrosızıntı açısından değerlendirmişler ve yöntemler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Buna dayanarak Er-YAG lazerin geleneksel yöntemlere alternatif olarak sunulabileceği rapor etmişlerdir.

Setien ve ark (2001) sınıf V kavitelerdeki mikrosızıntı çalışmasında preperasyon tekniğinin mikrosızıntıyı etkilemediğini belirtmişlerdir. Buna ek olarak lazer kullanılarak hazırlanan kaviteelerde minenin pürüzlendirilmesinin mikrosızıntıyı azaltacağı iddia edilmiştir.

Esteves-Oliveira ve ark (2008) sınıf V kavitelerdeki mikrosızıntıyı geleneksel yöntemlerle, Er:YAG lazerle ve lazerle hazırlanmış kavite preperasyonu sonrası pürüzlendirme uygulayarak karşılaştırmışlardır. Dişlerin gingival kısmında, asitleme işlemi yapılmadan açılan lazer kavitelerinde geleneksel yöntemlere kıyasla daha az mikrosızıntı gözlemlenirken; okluzal kenarlarda, gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak, lazerle hazırlanan kaviteelerde pürüzlendirmenin mikrosızıntı üzerinde bir etkisi olmadığı öne sürülmüştür.

Borsatto ve ark (2006) süt dişlerinde üç farklı kavite preperasyon yöntemiyle kavite hazırlanmış ve mikrosızıntıyı değerlendirmişlerdir. Er:YAG ile hazırlanan kaviteelerde mikrosızıntının geleneksel ve air abrazyon ile hazırlanan kavitelere göre daha fazla olduğunu göstermişlerdir.

1.8.Adezyon

Son 30 yıl içerisinde restoratif diş hekimliğinde kullanılan estetik dolgu maddelerine yönelik yapılan çalışmalarda artış olmuştur. Çalışmalar hem dolgu maddelerinin diş dokularına adezyon ile bağlantı gösterebilmesine hem de fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin geliştirebilmesine yöneliktir. Adezyon kelimesi Latince bir kelime olan adhaere kelimesinden köken almaktadır. Farklı moleküller arasındaki çekim kuvvetlerine ‘adezyon’ veya ‘bağlanma’ adı verilir (Dayangaç 2000, Perdigao ve Swift 2006). Bağlanmayı sağlayan materyale ‘adeziv’, adezivin uygulandığı materyale ise ‘aderent’ denir. Bu tanıma göre bağlayıcı sistemler adeziv, diş sert dokuları ise aderenttir. Bağlanmanın gerçekleşmesi için adeziv ve aderent arasında tam bir temas ve buna bağlı olarak çekim oluşması gerekir (Dayangaç 2000).

Adeziv bir materyal, sıklıkla akıcı bir sıvının diğer bir substratlarla karıştırılması ve böylece iki yüzey arasında tutuculuk sağlanması ile etkinliğini gösterir. Restoratif dişhekimliğinde adezyonun sağlanması açısından atılan ilk önemli adım; 1955 yılında Bounocore’un asitle pürüzlendirme yöntemini

önermesidir. Bu fikri takiben mine ve dentine adezyon da gündeme gelmiş ve “Adeziv Dişhekimliği” kavramı ortaya konulmuştur (Akinmade 1993, Roberson ve Swift 2006).

Çürük ve diğer defektlerin restorasyonunda mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan adeziv dolgu maddelerinin geliştirilmesi uygulamaların başarı oranlarını önemli oranda arttırmıştır (Akinmade 1993, Roberson ve Swift 2006). Adeziv restorasyonlarla fonksiyonel stresler diş daha iyi iletilip dağılmakta ve böylelikle zayıf kalmış diş dokusu desteklenmektedir. Yine adeziv restorasyonlarla mikrosızıntı azalacağından buna bağlı oluşabilecek kenar renklenmeleri, kırıklar, tekrarlayan çürükler, pulpal patolojiler oluşma riski de azalacaktır (Van Meerbeek ve ark 2003).

Diş dokularına bağlanma; fiziksel, kimyasal ya da mekanik olmak üzere 3 farklı şekilde gerçekleşebilir (Dayangaç 2000, Van Meerbeek ve ark 2006):

- Fiziksel bağlanma, farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında zayıf bir bağlanma olup; Van der Waal's kuvvetleri ve elektrostatik etkileşimler sonucu oluşur (Perdigao 2011).
- Kimyasal bağlanma, farklı yapıdaki yüzeylerin atomları arasında oluşan kovalent, iyonik veya hidrojen bağlar ile gerçekleşen bağlanmadır.
- Mekanik bağlanma ise; kilitleme esaslı olup; pürüzlü bir yapı ile (asitle pürüzlendirilmiş mine ve/veya dentin) materyal (adeziv sistem) arasında meydana gelir ve güçlü bir bağlanma tipidir. Diş dokularına bağlanma kuvvetlerinden en çok etkili olanı mekanik yolla olmaktadır. Diğer bağlanma çeşitlerinin adezyona katkısı mekanik bağlantıya nazaran daha sınırlı kalmaktadır (Van Meerbeek ve ark 2003, Perdigao 2011). Mekanik bağlantının prensibi; diş yapısındaki inorganik kısım ile sentetik rezin materyalinin yer değiştirmesi esasına dayanır. Bu mekanizmada öncelikli olarak dişin hem minesinde hem de dentininde bulunan kalsiyum fosfatların uzaklaşmasıyla mikropöröz bir yapı oluşur. Bunu takiben oluşan mikropöröz yapıya rezin infiltre olur ve rezinin polimerizasyonu mikromekanik bağlantı gerçekleşmiş olur. Mikromekanik bağlantının klinik koşullarda kabul edilebilir bir bağlantı için oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır (Van Meerbeek ve ark 2003, Perdigao 2011).

İyi bir adezyon sağlanabilmesi için, adeziv ve substrat (mine ve dentin) arasında yakın bir temas olması gerekmektedir. Mine ve dentinin yüzey enerjisinin adezivin yüzey enerjisinden yüksek olması gerekmektedir. Adezyon türüne bakılmaksızın iyi bir adezyon sağlanabilmesi için gereken şartların en başında yüzeylerin temiz olması gelmektedir. Van der Waals kuvvetlerinin oluşabilmesi için adherent ve adeziv birbirlerine 3-4 A° kadar yakınlaşmalıdır. Eğer arada herhangi bir artık tabaka varsa adezyon olumsuz bir şekilde etkilenecektir (Dayangaç 2000, Roberson ve Swift 2006, Summit ve ark 2006).

Adeziv-aderent ilişkisinde üç önemli kavram mevcuttur. Bunlar;

1. Adeziv materyalin kritik yüzey gerilim değeri
2. Aderent yüzeyin ıslanabilirlik miktarı
3. Adeziv materyalin aderent yüzeye yaptığı değim açısıdır (Dayangaç 2000).

Adezivin kritik yüzey gerilim değeri ile aderentin kritik yüzey gerilim değeri eşit ya da aradaki fark çok az olmalıdır. Diş dokusunun kritik yüzey gerilim değeri (KYG); bazı etkenlere bağlı olarak (kalıtım, hijyen, beslenme...) 30-40 dyn/cm arasında değişir. Bu durumda adezivin yüzey gerilim değeri de yaklaşık olarak 20-30 dyn /cm olmalıdır. Adezivin yüzey gerilimi düştükçe değme açısı da azalacak ve daha güçlü bir adezyon oluşacaktır (Dayangaç 2000, Roberson ve Swift 2006). Diş dokusunun KYG değeri plak, diştaşı, yiyecek artıkları, tükürük, kan, enzimatik bileşikler gibi eklentilerin varlığından düşecek ve bu da adezyonu olumsuz etkileyecektir (Dayangaç 2000).

Değim açısı, sıvının temas ettiği yüzeyi ıslatabilme kapasitesidir. Başarılı ve etkili bir bağlanma olabilmesi; adeziv sistemin değim açısının mümkün olduğunca küçük olmasına ve dolayısıyla aderentin ıslanabilirliğinin iyi olmasına bağlıdır. Yüzeylerin ıslanabilirliğinin artmasıyla kimyasal ve mikromekanik bağlanma kolaylaşır (Van Meerbeek ve ark 2006, Eligüzeloğlu 2007). Buna bağlı olarak yüzey pürüzlendirici uygulamalar diş dokularına daha iyi bağlanma sağlayabilmek için geliştirilmiştir. Ayrıca yine daha iyi bağlanma sağlayabilmek için kritik yüzey gerilim değeri düşük, ıslatabilirliği yüksek adeziv sistemler geliştirilmiştir. Mine ve dentin bu özellikler göze alındığında bağlanma açısından kıyaslanırsa minede

bağlanmanın daha iyi olduğu görülecektir (Dayangaç 2000, Van Meerbeek ve ark 2006).

Diş yüzeyinde morfolojik düzensizlikler ve kavite hazırlanırken kullanılan aletlerin oluşturduğu girinti ve çıkıntılar deyim açısını değiştirip adezyonda olumlu rol oynar ve adeziv ile temas eden yüzeyin alanını arttırarak mekaniksel adezyonu gerçekleştirir (Dayangaç 2000).

1.8.1.Mineye bağlanma

Son yıllarda restoratif diş hekimliğinde rezin esaslı materyallerin mineye bağlanması rutinde uygulanan güvenilir bir işlem olarak kabul görmüştür (Schmidseder 2000, Perdigao ve Swift 2006, Van Meerbeek ve ark 2006, Karabulut 2007).

1.8.2.Asitle Pürüzlendirme Yöntemi

Buonocore, %85'lik fosforik asit kullanımıyla mine yüzeyini asitleyerek doldurucusuz metilmetakrilat rezinin mine yüzeylerine bağlanma dayanıklılığını arttırmayı amaçlamıştır. Bunu takiben fosforik asite alternatif olarak sitrik, hidroklorik ve pirüvik asit gibi farklı asitler in-vitro olarak denenmiştir. Sonuç olarak fosforik asidin farklı konsantrasyonları en çok tercih edilen asitleme ajanı olmuştur (Buonocore 1955).

Geleneksel olarak kullanılan fosforik asit, %30-40 konsantrasyonlarında dekalsifikasyon yoluyla retatif mine mikro pöröziteleri oluşturarak ıslanabilirliği ve yüzey alanını arttırmaktadır. Mine dokusuna asit uygulanmasını takiben mine yüzeyinin ortalama 10 µm'lik kısmı ortadan kalkar. Derinliği 5-50 µm arasında değişen pürüzlü bir alan oluşur. Yani bu asitlemeyle minenin ıslanabilirliği, yüzey enerjisi ve bağlanma alanı arttırılmış olur. Buna bağlı olarak rezin esaslı adeziv materyaller için ideal bir bağlanma yüzeyi hazırlanmış olur. Bu yüzeye uygulanan adeziv rezin yüzeydeki mikro pürüzlülüklerin içerisine girerek polimerize olur. Sonuç olarak mine yüzeyi ile adeziv arasında mikromekanik bağlantı gerçekleşir (Barkmeier ve ark 1986, Schmidseder 2000, Perdigao ve Swift 2006, Van Meerbeek ve ark 2006).

Asitlenmiş alanlarda iki tip rezin uzantısı oluşur. Bunlardan ilki; mine prizmaları arasında uzanan ‘makro’ uzantılardır. İkincisi ise mine prizmalarının merkezinde küçük girintiler içindeki ‘mikro’ uzantılardır. Araştırmacılar mineye bağlanmada mikro uzantıların makro uzantılardan daha çok katkı sağladığı görüşündedirler (Dayangaç 2000, Van Meerbeek ve ark 2003, Perdigao 2011).

Asitle pürüzlendirme sistemlerinin başarısını etkileyen faktörler:

- Pürüzlendirme süresi: Minede asit uygulaması yapılan yerlerin yıkama ve kurutma işlemlerinin ardından beyaz tebeşirimsi bir görüntü sergilemesi gerekmektedir. Pürüzlendirme işlemi çok fazla uzatılırsa çözünen apatitler yüzeye fosfat olarak yeniden çökelecektir. Buna neden olmamak için tercih edilen asitleme süresi 10-60 sn arasındadır.
- Yıkama aşaması: Asitle pürüzlendirme sonrasında debris uzaklaştırmak için mine yüzeyi için bol su ile yıkanmalıdır. Yıkama süresi genellikle 60’sn dir.
- Kurutma aşaması: Yıkama işleminden sonra rezin uygulamasına geçilmeden mine yüzeyinin yağ içermeyen basınçlı hava ile kurutulması ve kontamine olmadan kuru bir şekilde muhafaza edilmesi gerekmektedir (Davidson ve Feilzer 1997).

1.8.3.Lazerle Pürüzlendirme Yöntemi

Lazerle pürüzlendirmenin avantajları arasında izolasyon gerektirmemesi, ağırsız olması, ısı ve vibrasyon oluşturmaması sayılabilir (Visuri ve ark 1996). Lazer uygulanan mine yüzeyinde lazerin termal etkileriyle değişiklikler oluşmaktadır. Lazer uygulamasıyla yüzeylerdeki hidroksiapatit matriks içinde sıkışmış bulunan su sürekli buharlaşmaktadır. Aynı zamanda mikro-patlamalar meydana gelmektedir. Kullanılan lazerin tipine ve yüzeye uygulanan enerji miktarıyla ilişkili olarak asit uygulanmasındakine benzer şekilde mine yüzeyinde 10-20 µm derinliğinde pürüzlenme ve düzensizlikler meydana gelir. Bu enerji seviyesi temelde lazerin dalga boyuna bağlıdır (Von Fraunhofer ve ark 1993).

1.8.4.Dentine bağlanma

Dentine bağlanma mineye göre daha karmaşık bir yol izler. Bazı üreticilerin dentine güvenli bağlanmanın kimyasal yolla olacağını savunmuş olmalarına karşın çoğu uzmanlar temel bağlanmanın mikromekanik kilitlenmeyle olduğu noktasında aynı fikirdedirler. Dentine bağlanmada ilk aşama dentin yüzeyini ve tübüllerini demineralize edip kollajen yapının ortaya çıkmasını sağlamaktır. Dentin-adeziv sistemlerinin çoğunda, smear tabakasının uzaklaşmasını sağlayan ve intertübüler dentini kısmi olarak demineralize edebilen bir “asit” uygulaması vardır (Schmidseder 2000, Perdigao ve Swift 2006, Van Meerbeek ve ark 2006).

Yapılan asit uygulamasının ardından smear tabakası uzaklaşırken, peritübüler dentin ortadan kalkar ve intertübüler dentinde demineralizasyon oluşur. Buna bağlı olarak mikropöröziteler artar, dentin kanallarının ağzı genişleyip huni biçiminde açılır. Dentindeki kollajen fibriller açığa çıkmasıyla adeziv rezinin dentin kanallarının içine doğru olan infiltrasyonu kolaylaştırır (Schmidseder 2000, Perdigao ve Swift 2006, Van Meerbeek ve ark 2006).

Dentindeki bağlanmanın büyük çoğunluğunun rezinin kollajen liflerini sarmalaması sonucu gerçekleştiği bilindiğinden, açığa çıkan kollajen lifler, pürüzlendirici ajanlar tarafından aşırı derecede zarar görmemelidir. Dentine uygulanan asit sonrası yüzeye hidrofilik adeziv rezin uygulanır. Bu rezinler hem doğal olarak nemli olan dentin içerisine hem de kompozit restorasyonla birlikte polimerize olabilmektedir. 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. Kollajen, kopolimer ve polimer ile sarılmış hidroksiapatitten oluşan rezinle güçlendirilmiş, aside dirençli bu tabakaya ‘hibrit tabaka’, oluşum sürecine de ‘hibridizasyon’ denir (Nakabayashi ve ark 1991, Dayangaç 2000, Perdigao ve Swift 2006, Van Meerbeek ve ark 2006).

1.8.5.Conditioner (Dentin yüzey düzenleyicisi)

Dekalsifikasyon sağlamak, smear tabakasını ve tıkaçları kaldırmak ve kollajen fibril ağzını ortaya çıkarmak için yüzeye asit uygulanmasıdır. Bu asitleme için genellikle fosforik asit kullanılır. Kavite preparasyonu ile oluşan smear

tabakasının ve tıkaçlarının uzaklaştırılması, dekalsifikasyonun sağlanması ve dentin kollajen liflerinin açığa çıkarılması için yüzeye asit ile muamele edilmesidir. Bu amaç için genellikle fosforik asit kullanılmaktadır. Mine dokusunda %37'lik fosforik asit kullanılırken, dentin dokusunda %10'luk fosforik asit, %10'luk sitrik asit, %2,5'lik nitrik ve %2,5'lik maleik asit kullanılmaktadır (Craig ve Powers 2002).

1.8.6.Primer (Dentin yüzey hazırlayıcı)

Bir çözücü içinde bulunan hidrofilik monomerlerden oluşur. Üç farklı çözücü tipi kullanılabilir. Bunlar; su, aseton veya etanol olabilir (Craig ve Powers 2002) Hidrofilik monomer olarak ise genellikle HEMA kullanılır. Dentin yüzeyindeki asitleme sayesinde yoğun bir kollajen ağ yapısı ortaya çıkar. Bu organik yapının yüzey enerjisi ve ıslanabilirliği oldukça düşüktür. Kullanılan primerin esas görevi bu yüzey enerjisi düşük olan dentinin yüzey enerjisini ve ıslanabilirliğini arttırmak, kollajen liflerin arasını açmak ve adeziv materyalin penetrasyonunu sağlamaktır (Van Meerbeek ve ark 2006, Perdigao 2011).

1.8.7.Bonding

Adeziv rezin; BIS-GMA, TEG-DMA ve UDMA gibi hidrofobik monomerlerden oluşur (Schmalz 2009). Asitlenmiş dentin yüzeyine primer ve bonding uygulaması, hem intertübüler dentine penetre olarak rezin-dentin interdüfüzyon alanı yani hibrit tabakası oluşmasını sağlar hem de açık dentin kanallarına penetre olarak polimerizasyondan sonra rezin uzantıları oluşturur (Van Meerbeek ve ark 2006, Perdigao 2011).

1.8.8.Smear tabakası

Diş sert dokularında, frez ya da başka bir el aleti ile çalışıldığında oluşan, içerisinde mikroorganizmalar, organik ve inorganik doku artıkları, kan, tükürük gibi bileşenlerin bulunduğu, diş yüzeyine yapışan, şekilsiz bir debris tabakasıdır (Van Meerbeek ve ark 2006, Perdigao 2011).

1.8.9.Rezin uzantılar

Dentin yüzey düzenleyiciler ile ağız açılan dentin tübüllerinin içerisine doğru giren adeziv rezin uzantılarıdır. Bu uzantıların morfolojisini asitleme tekniği, dentin derinliği, yüzey yapısı ve nemliliği etkilemektedir (Nakabayashi ve Pashley 1998b).

1.8.10.Hibrit tabakası

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' adı verilir (Van Meerbeek ve ark 2006).

1.9.Dental Adezivlerin Sınıflandırılması

Günümüzde kullanılan tüm adeziv materyallerin mine ve dentine bağlanmasındaki temel mekanizma, diş sert dokularından inorganik minerallerin uzaklaşmasıyla ortaya çıkan mikro boşluk veya pürüzlü alanlara rezin monomerlerin infiltrasyonu ve polimerizasyonudur (Dayangaç 2000, De Munck ve ark 2005, Perdigao ve Swift 2006, Van Meerbeek ve ark 2006).

Van Meerbeek ve ark (2003) adeziv sistem ve diş arasındaki etkileşimi ve uygulama basamaklarının sayısını esas alan bir sınıflama yapmışlardır. Bu sınıflandırma:

- Total-etch adezivler
- Self-etch adezivler
- Cam iyonomer adezivler şeklindedir (Van Meerbeek ve ark 2003).

1.9.1.Total-etch adezivler

Total-etch adezivler ayrı bir asitleme ve yıkama fazını içermektedir. Geleneksel üç aşamalı total-etch sistemlerde ayrı ayrı aşamalarda asit uygulaması, primer uygulaması ve adeziv rezin uygulaması vardır. Etkili bir teknik olmasına karşın uygulama basamaklarının zor olması, büyük titizlik ve duyarlılık gerektirmesi ve uzun zaman alması gibi dezavantajları mevcuttur. Klinik kullanım kolaylığı sağlamak adına daha basitleştirilmiş iki aşamalı total-etch sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerde primer ve adeziv rezin aynı şişe içerisinde bulunurken asitleme

basamağı yine ayrı uygulama gerektirmektedir. “tek şişe adeziv”ler olarak da bilinen bu sistemde asit uygulamasını takiben su, aseton ya da etanol gibi çözücülerden birini içeren ve hidrofilik ve hidrofobik rezinlerin karışımı olan tek şişe bağlayıcı ajan uygulanır (Dayangaç 2000, Van Meerbeek ve ark 2006).

Mineye verimli ve stabil bağlanmayı sağlayan en etkili yöntem; asitleme ve yıkama tekniğidir. Bu teknik temelde iki kısımda gerçekleşir. Asitleme ile ilk olarak hidroksiapatit kristalleri selektif olarak çözünür. Sonrasında ise oluşan pürüzlü yüzeye hidrofobik rezin infiltre olarak polimerize olur. Asitleme için sıklıkla kullanılan asit %30-40 lık fosforik asittir (Van Meerbeek ve ark 2003).

Hem iki hem de üç basamaklı total-etch sistemlerde dentine bağlanma mekanizması benzerlik göstermektedir. Asitleme ve yıkama fazı ile preperasyon esnasında oluşan smear tabakası kaldırılır ve dentinde 3-5 µm derinliğinde demineralizasyon sağlanır. Kollajen fibrillerin etrafındaki hidroksiapatit kristalleri tamamen uzaklaştırılmış olur. Dolayısıyla mikroretantif bir ağ oluşmuş ve monomerin mikromekanik iç kilitlemesi ile 1982 Nakabayashi tarafından tanımlanan hibrit tabakası oluşturulmuş olur. Bununla aynı zamanlı olarak dentin tübülleri rezin uzantılar tarafından tıkanır ve tübül duvarlarındaki hibridizasyon ile ilave bir retansiyon ortaya çıkar (Nakabayashi ve Pashley 1998b).

1.9.2. Self-etch adezivler

Self-etch adeziv sistemlerde ayrı bir asitleme ve yıkama basamağı bulunmamaktadır. Bunun yerine içerisinde dentini kendiliğinden pürüzlendirebilen, adeziv uygulanmasına hazır hale getirebilen ve yıkama gerektirmeyen asidik monomerler vardır. Dentin ve minenin asitlenme ve primer uygulama işlemleri eş zamanlı olarak yürütülür. Ayrı bir asitleme ve yıkama basamağının olmaması klinik uygulama süresini kısalttığı gibi teknik hassasiyeti de azaltır (Van Meerbeek ve ark 2003). Self-etch adezivler, uygulamadaki basamak sayısına göre “iki aşamalı” veya asitleme, primer ve adeziv rezin uygulama basamaklarını teke indiren basit uygulama prosedürlerine sahip “tek aşamalı” “all-in-one” olarak iki alt gruba ayrılır. pH ve asitleme potansiyellerine göre zayıf, orta ve kuvvetli self-etch adezivler olarak da alt gruplara ayrılabilir (Van Meerbeek ve ark 2003).

Self-etch adeziv sistemlerde smear tabakası, total-etch sistemlerde olduğu gibi tam olarak uzaklaştırılmaz. Asidik monomer infiltrasyonu ile modifiye olan smear tabakası bağlanma ara yüzeyinin bir parçası haline gelerek hibrit tabakasının içerisine katılır. Böylelikle hem dentin demineralizasyonu sağlanırken hem de smear tabakasının pulpayı koruyan ve dentin sıvısının akışını önleyen doğal bariyer özelliği korunmuş olur (Peumans ve ark 2005, Zülfiaroğlu 2006).

1.9.3.Cam iyonomer adezivler

Cam iyonomer restoratif materyaller, diş dokularına kendiliğinden kimyasal olarak bağlanabilen tek materyaldir (Yoshida ve ark 2000, Van Meerbeek ve ark 2006). Polialkenoik asit ile yapılacak bir ön uygulama ile cam iyonomer materyallerin bağlanma verimliliklerinin artırılabilceği gösterilmiştir (Van Meerbeek ve ark 2003). Yüzeyin polialkenoik asit ile silinmesi smear tabakasını ortadan kaldırarak, 0.5-1 µm'lik bölgede yüzeysel bir demineralizasyon oluşturarak kollajen ağın açığa çıkması sağlanmış olur (Yoshida ve ark 2000, Inoue ve ark 2001, Van Meerbeek ve ark 2006). Cam iyonomer bileşenlerinin bu alana diffüze olmasıyla "mikromekanik" bir bağlanma gerçekleşir. Meydana gelen demineralizasyon sonrasında hidroksiapatit kristalleri kollajen ağdan tamamen uzaklaşmadığı için bu kristallere ait kalsiyum iyonu ile polialkenoik asitteki karboksil grupları arasında iyonik bağlar oluşur. Böylelikle "kimyasal bağlanma" gerçekleşmiş olur (Yoshida ve ark 2000, De Munck ve ark 2004).

1.10.Kompozit Rezinler

Kompozit rezinler, 3 kısımdan oluşur. Bunlar; organik faz (polimer matriksi), inorganik faz (doldurucu fazı) ve bağlayıcı faz (ara faz-silan)'dır. Bu fazlar kompozitin rezinin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerini belirler (Bowen ve Marjenhoff 1992, Dayangaç 2000, Ferracane 2011).

Organik Polimer Matriks Faz: İçerisinde rezin monomerler, polimerizasyon başlatıcı (inisiyator), hızlandırıcı (akselerator) sistemler bulunmaktadır (Dayangaç 2000, Burgess ve ark 2002). Rezin matriksteki esas komponent Bis-GMA ya da UDMA (üretan dimetakrilat) gibi dimetakrilatoligomerlerdir. EGDMA (etilen glikol dimetakrilat) ve TEGDMA (trietilen glikol dimetakrilat) gibi moleküler ağırlığı

düşük diakrilatlar ise viskoziteyi azaltmak amacıyla rezin kompozitlere eklenmektedir (Dayangaç 2000, Garcia-Godoy 2000).

İnorganik Faz: İçerisinde ise çeşitli şekil ve büyüklükte matriks içine dağılmış olan kuartz, koloidal silika, borosilikat cam ve baryum, stronsiyum, çinko içeren cam doldurucular vardır. Kuartz ve koloidal silika dışında kalan tüm doldurucular materyale radyoopasite kazandırır (Dayangaç 2000, Burgess ve ark 2002). Polimer matriks, çiğneme sırasında oluşan kuvvetlere tek başına karşı koyabilecek düzeyde mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olmadığından mekanik direncini arttırabilmek için bu doldurucular ilave edilmiştir. Ancak aşırı modifikasyonlar bağlayıcı ajanın etkinliğini azaltır (Özel-Bektaş 2006, Roberson ve ark 2006).

Bağlayıcı Faz: Kompozit rezinlerde organik matriks ve inorganik doldurucular arasında iyi bir bağlanma sağlanabilmesi çok önemlidir. Bu bağlanma, silan olarak adlandırılan ve silika doldurucu partiküllerin yüzeyini kaplayan organik silisyum bileşikleri ile sağlanır (Bowen ve Marjenhoff 1992). Silanlar çift fonksiyonlu moleküller olup bir tarafta silika partiküllerinin yüzeyindeki hidroksil grubuyla bağ kurarken, diğer tarafta organik matriksteki metakrilat gruplarıyla kovalent bağlar yapmaktadırlar (Zimmerli ve ark 2010).

Kompozit rezinler;

a) Polimerizasyon yöntemlerine göre:

- Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler (Chemical-cured)
- Işık ile polimerize olan kompozit rezinler (Light-cured)
- Hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olan kompozit rezinler (Dualcured)

b) Viskozitelerine göre:

- Kondanse olabilen kompozit rezinler (Packable-condensable)
- Akışkan kompozit rezinler (Flowable)

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 (Nanofil) 0.005-0.01 µm, olarak sınıflandırılır (Dayangaç 2000).

Kompozit rezinlerdeki doldurucu oranı arttıkça organik matriks oranı düşer, bu da polimerizasyon büzülmesini, ısıl genleşme katsayısını ve su absorpsiyonunu azaltır. Bununla beraber elastisite modülü, aşınma direnci ve dayanıklılık artarak rezinin mekanik özellikleri olumlu yönde etkilenir (Burgess ve ark 2002). Doldurucu partiküllerin büyüklüğü ise; materyalin estetik özellikleri, polimerizasyon büzülmesi, polimerizasyon derinliğine fiziksel özellikleri üzerinde etkilidir (Burgess ve ark 2002). Kompozit rezinlerde klinikte karşılaşılan zayıf aşınma direnci, çözünübilirlik, yetersiz renk stabilitesi, su absorpsiyon özelliği, post-operatif duyarlılık, polimerizasyon büzülmesi, başarısız bağlanma, mikrosızıntı, kasp gerilimi ve rekürrent çürük oluşumu gibi yetersizlikleri ortadan kaldırmak ve kompozitin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla nano dolduruculu (nanofil) kompozitler geliştirilmiştir (Davis 2003, Mitra ve ark 2003, Roberson ve ark 2006).

Günümüzde kompozit rezinlerle ilgili en güncel gelişme herhangi bir adeziv sisteme ihtiyaç duyulmadan diş dokularına kendi kendine bağlanabilen self-adeziv akıcı kompozitler olmuştur.

1.11.Kendi Bağlanabilen (Self-Adeziv) Akıcı Kompozitler

Kompozit rezinlerde son zamanlarda meydana gelen gelişmelerle klinikte kullanım oldukça artmıştır. Buna rağmen polimerizasyon büzülmesi hala problem oluşturmaya devam etmektedir. Polimerizasyon büzülmesi; post operatif hassasiyet, sekonder çürükler, marjinal renklenme ve hatta restorasyon kayıplarına kadar varabilecek problemler oluşturur (De Munck ve ark 2005). Akıcı kompozitlerin hibrit kompozitlerden farklı olarak daha düşük oranda (ağırlıkça %60-70, hacimce %46-65) doldurucu içermesi, kolay kullanım sağlayan akıcı kıvamda olmalarını ve materyalin elastik modülünün azalmasını sağlar (Labella ve ark 1999, Baroudi ve ark 2007). Enjekte edilebilir formda olmaları kolay klinik kullanım sağlar.

Adeziv diş hekimliğinde son yıllarda en dikkat çekici konu kendi kendine diş dokusuna bağlanabilen akıcı kompozitlerin geliştirilmesidir. Bu kompozitler; içerisine all in one adeziv rezin ilave edilmiş akıcı kompozitlerdir. Kaviteye herhangi başka bir adeziv sistem uygulaması gerekmeden direkt olarak uygulanabilen

restoratif materyallerdir. Kendi kendine diş dokularına bağlantı yapabilen bu kompozitlerde hem mineyi hem de dentini asitleyebilen asidik monomerler (Kerr Vertise Flow, GDPM) kullanılmıştır (Poss 2010). Kullanılan bir diğer fonksiyonel monomer dentinin ıslanabilirliğini artıran ve rezin penetrasyonundan sorumlu HEMA monomeridir. Kendi kendine bağlanabilen akıcı kompozitler iki yolla diş dokularına bağlanabilirler. Birinci yol olarak; asidik monomerin (GDPM) fosfat grubuyla dişin kalsiyum iyonları arasında kimyasal bağlantı oluşabilir. İkinci yolda ise kollojen fibriller ile kompozit içerisindeki polimerize monomerler arasında mikromekanik bağlantı gerçekleştirilir (Ferrari ve Vichi 2010).

Self-adeziv kompozitler yeni geliştirilen materyaller olduğundan ve adeziv sistem uygulaması gerektirmediğinden klinisyenler tarafından son dönemlerde daha çok tercih edilmektedirler. Bu kompozitlerin geliştirilmesiyle klinikte adeziv sistem uygulamak için gereken zaman ortadan kaldırılmış ve restoratif işlemler daha basit hale getirilmiş olup, hastanın koltukta geçirdiği süre en aza indirgenmiştir. Klinisyenin uygulama hatalarından kaynaklanan problemleri de en aza indirmesi dolayısıyla operasyon sonrası hassasiyet minimize edilmiş olur. Direkt restorasyon işlemleri daha kolay uygulanabilir hale gelmiştir (Vichi ve ark 2013). Kendi kendine bağlanabilen akıcı kompozitlerden Vertise Flow (Kerr, Orange, CA, USA) ilk olarak dental marketlerde yerini alan akıcı kompozittir. Bu kompozitin ardından Pentron Fusio Liquid Dentin (Pentron Clinical, Orange, CA, USA) ve DMG Constic (DMG, Hamburg, Germany) piyasaya sürülmüştür. Self-adeziv kompozitler, küçük sınıf I kavitelelerin restorasyonunda, sınıf V kavitelelerde, çürüksüz servikal lezyonların restorasyonunda, sınıf I ve sınıf II kavitelelerde liner olarak, pit- fissur sealent olarak, porselen tamirinde ve ortodontik tedavide braket yapıştırılmasında kullanılabilirler (Ferrari ve Vichi 2010). Bektaş ve ark (2013) self-adeziv kompozitlerden Vertise Flow'u tek başına ve adeziv sistemle beraber uygulayıp, dentine bağlantısını ve mikrosızıntısını incelemiştir (Bektas ve ark 2013). Vertise Flow ve Fusio Liquid Dentin self-adeziv kompozitleriyle beraber yapılan bir çalışmada Vertise Flow'un bağlantısı Fusio Liquid Dentin'den fazla bulunmuştur (Fu ve ark 2013). DMG Constic ile ilgili yapılan bir çalışmada ise bu kompozitin, diğer self-adeziv kompozitlerden daha yüksek bağlantı gösterdiği rapor edilmiştir (Munoz-Viveros 2012). Bu kompozitlerle ilgili yapılan çalışmaların sayısının azlığı ve çalışmaların sonuçlarındaki farklılıklar dolayısıyla geliştirilen materyallerin klinik

verimliliğini artırabilmek adına yeni laboratuvar ve uzun dönem klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

1.12.Bağlanma Dayanıklılık Testleri

Diş sert dokuları ve restoratif materyal arasında klinik anlamda kabul edilebilir bir bağlanma dayanıklılığı elde edebilmek amacıyla adeziv sistemler geliştirilmiştir. Bundan dolayı adeziv materyallerin hem fiziksel özelliklerini hem de bağlanma dayanıklılıklarını etkileyebilecek faktörleri değerlendirmek adına bağlanma dayanımı ölçümü önemli bir yer tutmaktadır (Pashley ve ark 1995) . Bu amaçla literatürde, kullanılan in vitro yöntemler arasında makaslama (shear), gerilim (tensile) ve mikro gerilim (micro tensile) bağlanma dayanıklılık testleri örnek olarak gösterilebilir (Pashley ve ark 1995, Perdigao ve Swift 2006).

Günümüzde en sık kullanılan testler; shear ve mikrotensile bağlanma dayanım (μ TBS) testleridir. Unutulmaması gereken elde edilen bağlanma dayanım değerlerinin materyalin özelliklerini tam olarak yansıtmadığıdır (Van Noort ve ark 1989). Bu değerler kompozitin tipi, örnek büyüklüğü ve geometrisi, uygulanan kuvvet oranı gibi deneysel etkenlere göre değişkenlik gösterebilir (Phrukkanon ve ark 1998). Bu nedenle sonuçlar karşılaştırılırken bu parametrelerin sonuçlarda farklılık yaratabileceği unutulmamalıdır (De Munck ve ark 2005, Yazici ve ark 2007).

İdeal bağlanma dayanım testinin teknik hassasiyetinin düşük olması, uygulananın kolay ve hızlı olması gerekmektedir. Genel olarak laboratuvar testlerinin avantajları arasında test prosedürünün nispeten kolay olması, spesifik parametre ve özelliklerle ilgili veri elde etmenin hızlı olması, belirli bir parametrenin ölçülebilmesine olanak sağlaması, birçok sayıda deneysel grubun tek bir çalışmada test edilebilir olması, yeni ve/ya da deneysel materyal/teknikğin güncel altın standart performansı ile karşılaştırılabilmesine olanak vermesi sayılabilir (De Munck ve ark 2005).

1.12.1.Makaslama Bağlanma Dayanıklılık Testi

İn vitro bir yöntem olan bu dayanıklılık testinde diş ile restorasyon maddesi bağlanma ara yüzüne paralel olacak şekilde ve sabit bir artışla kuvvet uygulanarak

bağlanma dayanımı ölçümü yapılmaktadır. Bu testte örneklerin hazırlanmasının hızlı ve kolay oluşu ve klinik ortamdaki yük dağılımını taklit edebildiği düşünüldüğünden bağlanma dayanımı testlerinden en sık tercih edilendir (Versluis ve ark 1997, Cardoso ve ark 1998). Ortalama 3 ya da 4 mm yüksekliğindeki kompozit silindirler düz mine ya da dentin yüzeyine yerleştirilerek kullanılacak restoratif materyal uygulanıp polimerize edilir (Salz ve Bock 2010a).

Önemli bir parametre olarak görülen ve bağlanma dayanım değerlerine ek olarak sorgulanması gereken bir konu da bağlanma başarısızlığı modudur. Başarısızlık modu; adeziv (adeziv/doğal yapı ara yüzünde oluşan), koheziv (tamamen doğal yapı ya da adeziv içerisinde oluşan) ve karışık (kısmen ara yüzde ve kısmen koheziv) olarak sınıflandırılmaktadır. Bağlanma dayanımı çalışmalarında başarısızlık modu da belirtilmelidir. Aksi takdirde bağlanma dayanımı sonuçları da neredeyse anlamsız olarak kabul görmektedir (McCabe 1998).

1.13.Sızıntı

Yapılan restorasyonların en önemli fonksiyonlarından biri de açığa çıkmış dentin dokusunu ağız ortamından korumak, çürüğün tekrarlamasını ve pulpal zararı önlemektir. Restorasyonla diş arasındaki bağlantı ara yüzeyi boyunca su ya da diğer ürünler sızıntı gösterebilir. Hem kompozit yerleştirilirken hem de fonksiyon halindeyken oluşan boşlukların çapına göre iki tip sızıntı oluşabilir (Tagami ve ark 2010).

- Mikrosızıntı: Geniş boşlukların varlığı dolayısıyla su, büyük moleküller ve bakteriler geçebilir. Bunun değerlendirilmesi mikrosızıntı olarak tanımlanır.
- Nanosızıntı: Sadece su ve küçük moleküllerin geçişinin olabileceği kadar küçük boşluklar varsa bu durum nanosızıntı olarak tanımlanabilir.

1.13.1.Mikrosızıntı

Uygulanan restoratif materyal ve kavite duvarı arasından klinik olarak belirlenemeyen bakteri, sıvı, molekül ya da iyonların geçişi mikrosızıntı olarak tanımlanır (Prati ve ark 1991, Amaral ve ark 2004, De Munck ve ark 2005). Mikrosızıntı oluşmasında restoratif materyallerin diş dokusuna zayıf bağlanması, rezin kompozit materyallerinin polimerizasyon büzülmesi, diş-restoratif madde ısıl

genleşme katsayısı arasındaki farkların etkili olduğu belirtilmiştir (Retief 1994). Mikrosızıntının yapılan restorasyonun ömrünü etkilediği bilinmektedir. Mikrosızıntı uzun dönemde restorasyon marjinlerinde renklenmeye, post-operatif hassasiyete, marjinal kenarlardaki bozulmanın hızlanmasına, diş-restorasyon arasında sekonder çürüklerin gelişmesine ve pulpal patolojilerin gelişmesine neden olabilmektedir (Retief 1994, Alani ve Toh 1997).

Mikrosızıntının değerlendirilmesinde önerilen prosedür; mineyi ve dentini içerisine alan sınıf V kaviterin hazırlanmasıdır. Kaviterler mine-dentin birleşiminde, mine ve dentin/segment'i içine alacak şekilde hazırlanır (Prati ve ark 1992). Mikrosızıntı çalışmalarında çekilmiş insan dişlerine kaviterler hazırlanır ve kaviterlerin boyutları değişken olmakla beraber genellikle 1,5-2 mm derinliğinde ve 3mm çapında olur (Tagami ve ark 2010). Mikrosızıntı çalışmaları; diş-kompozit ara yüzeyine çeşitli boyaların infiltrasyonunun değerlendirilmesi ile yapılır. Mikrosızıntı yani mikrometre düzeydeki sızıntı, genellikle mikroskobik olarak, kesit üzerinde in vitro ortamda, cross-section olarak değerlendirilir (Van Meerbeek ve ark 2010). Bu metotta, çekilmiş diş hazırlanan kavitenin restorasyonu tamamlandıktan sonra kavite sınırlarından 1-2 mm uzaktan geçecek şekilde su geçirmez bir oje ile kaplanır. Ardından boya içerisine yerleştirilir (De Munck ve ark 2005). Kullanılan boyalar bazik fuksin, gümüş nitrat, metilen mavisi ve eritrosin'dir (Van Meerbeek ve ark 2010). Örnekler bir süre boyada bekletildikten sonra çıkarılır, yıkanır ve restorasyon ara yüzündeki boya infiltrasyonunun yayılımını değerlendirmek amaçlı görsel muayeneye için dişler kesilir (Hilton 2002a). Sızıntı değerlendirmesi için kullanılacak boyanın cinsinin sızıntı değerlerini çok fazla etkilemediği tespit edilmiştir (Hilton 2002b). Mikrosızıntı değerlendirmelerinin dezavantajı sonuçların nitel (qualitative) olmasıdır (Castelnuovo ve ark 1996).

1.14.Yüzey Görüntüleme Yöntemleri

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

Taramalı elektron mikroskobu preparasyon yapılmış mine ve dentin yüzeyinin mikro yapısını gözlemlemede kullanılır. Diş yüzeyinin doğal kimyasal yapısı ve topoğrafik özellikleri incelenebilmektedir. Bu işlem için yüzeyi incelenecek numunenin kurutulması ve altın ile kaplanması gerekmektedir (Usanmaz 2005).

Taramalı Elektron Mikroskopunda (SEM) numune yüzeyinde 1-10 nm yarıçaplı bir noktaya 1-10 keV'luk birincil elektron enerjili elektron demeti bir lens sistemi yardımı ile odaklanır. Odaklanan demet bir optiksel gösteri olarak kullanılan video tütün elektron demeti ile aynı anda bir saptırıcı halka sistemi numuneyi dikdörtgensel olarak boydan boya tarar. 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 sağlar. Başlıca SEM uygulamaları yüzey topografisi ve elementsel haritalamadır (Usanmaz 2005).

Bu tez çalışmasındaki amacımız; in vitro şartlarda, Er:YAG lazerin kavite hazırlığında kullanımının üç farklı self-adeziv akıcı kompozit üzerine (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin); herhangi bir adeziv sistem uygulanmadan tek başlarına; biri iki basamaklı self-etch (Clerafil SE Bond)adeziv, diğeri üç basamaklı total-etch (Optibond FL) adeziv sistem olan adeziv sistemlerle beraber uygulandığında dentin yüzeyinde bağlantıya, sınıf V kavitelerde gingival kenardaki mikrosızıntıya olan etkisini geleneksel yöntem olan frezle karşılaştırmaktır.

Bu tez çalışmasında hipotezimiz; in vitro şartlarda self-adeziv kompozitlerin adeziv sistemlerle beraber uygulanan self-adeziv kompozitlerden ve geleneksel akıcı kompozitlerden daha düşük bağlanma dayanımı değerleri ve daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstereceği ve genel olarak frezle temizlenmiş dentine bağlanmanın lazerle temizlenmiş dentine bağlanmadan daha yüksek olacağı yönündedir.

2.GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma için Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu 25.03.2014 tarihli, 2014/03 sayılı toplantı ve 03 sayılı karar ile olur raporu alınmıştır (Bkz. EK-A).

Bu çalışmada çürük temizlemek amacıyla iki farklı kavite preparasyon yöntemi (Çelik frez ve Er:YAG lazer) kullanıldı. Piyasaya yeni sürülen üç yeni self-adeziv kompozit direkt olarak (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin), self-etch adeziv (Clearfil SE Bond) ve total-etch adeziv sistemle (OptiBond FL) birlikte çürükten etkilenmiş dentine uygulanıp makaslama bağlanma dayanımı ve sınıf V kaviteleredeki mikrosızıntıları incelendi (Çizelge 2.1.).

Çalışmamız makaslama bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı olmak üzere iki bölümde gerçekleştirildi. Bağlanma arayüz analizleri SEM ile değerlendirildi. Makaslama bağlanma dayanımı için son 6 ay içerisinde çekilmiş 220 adet çürüklü insan molar dişi, mikrosızıntı testi için ise 110 adet çürüksüz insan molar dişi kullanıldı. Dişler çekildikten sonra üzerindeki debris ve yumuşak doku artıkları kretuvar ve pomza-lastik yardımıyla uzaklaştırıldı. Tüm yüzeyler düşük hızda döner alete takılan fırça ile pomzalandı ve akan su altında durulandı. Dişler deney gününe kadar (37°C) distile su içerisinde saklandı. Distile su her on günde bir yenilendi.

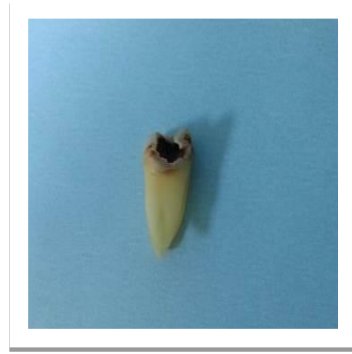
Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	İçerik	Üretici firma	LOT NO
Clearfil SE Bond	Self-etching primer: MDP, HEMA, hidrofilik dimetakrilat, dikamfarokinon, N,N-diethanol-ptoluidine, su Adeziv rezin: MDP, Bis-GMA, HEMA, hidrofobik dimethakrilat di-kamfarokinon, N,N-diethanol-ptoluidine, silanlanmış koloidal silika	Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan	000077
Optibond FL	Polimerize edilmemiş methakrilat ester, triethyleneglycol, monomerler, dimethakrilat, ytterbium trifluoride, inert mineral doldurucular, polimerizasyon başlatıcı ve stabilizerler	Kerr, Orange, CA, USA	5156291
Filtek Ultimate	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, Procrylat reziler, ytterbium trifluoride Silika doldurucular, 65 % doldurucu oranı	3M ESPE, St. Paul MN, USA	N488361
Vertise Flow	Rezin: GPDMA, HEMA, Bis-GMA, katalistler Doldurucular: prepolimerler, silanlanmış Ba-glass, SiO ₂ , YF ₃	Kerr, Orange, CA, USA	2970580
Constic	Rezin: Bis-GMA içerikli matrix, katalistler, pigmentler Doldurucular: Ba-glass	DMG Chemisch, Elbgaustraße, Hamburg	697646
Fusio Liquid Dentin	Rezin: UEDMA, TEGDMA, HEMA, 4-MET, katalistler Doldurucular: SiO ₂ , NaF	Pentron Clinical, Orange, CA, USA	5085184

2.1. Makaslama Bağlanma Testi İçin Dentin Yüzeylerinin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak dişlerin daimi molar diş olması ve aproksimal urğünün mine-sement birleşimine yakın olmasına dikkat edildi. Bu kriterlere uyan dişler çalışmaya dahil edilirken; restorasyonlu dişler ve çekim sırasında hasar görmüş dişler çalışma dışı bırakıldı.

Makaslama bağlanma dayanımı testi öncesi düzgün okluzal dentin yüzeyi oluşturmak için, hava su spreyi ile çalışan bir mikro motor (Bien-Air CA 171, Bien-Air SA Lngasse 60, Switzerland) ve ucuna takılan çift yönlü elmas kaplı separe ile aproksimal urk seviyesine kadar dişlerin kron kısımları uzaklaştırıldı (şekil 2.1, şekil 2.2). Hazırlanan dişler bukkal yüzeyleri dışarıda ve tabana paralel olacak şekilde dairesel hazırlanmış kalıplar içerisinde kendiliğinden sertleşen akrilik rezin (Heraeus Kulzer - Meliodent) içine gömüldü. urkl molar dişler, enfekte dentinin uzaklaştırılması için uygulanacak yönteme göre rastgele iki ana gruba ayrıldı. urk Grup 1’de elik rond frez kullanılarak, Grup 2’de ise Er-YAG lazer kullanılarak temizlendi.

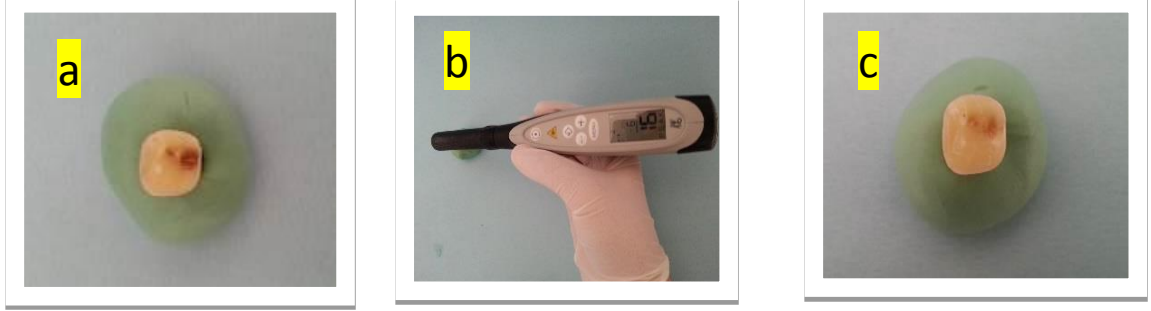


şekil 2.1. Aproksimal urkl Diş.



şekil 2.2 Kron Kısmı Uzaklaştırılmış Diş.

urk, dentinde Diagnodent (KaVo Dental GmbH, Biberach, Germany) ile 11-20 arasında bir skor elde edilinceye kadar temizlenmeye devam edildi (Yonemoto ve ark 2006) (şekil 2.3).



Şekil 2.3.(a)Kron Kısmı Uzaklaştırılmış Diş, (b) Diagnodentle Kalan Çürüğün Tespiti, (c)Çürükten Etkilenmiş Dentin Görüntüsü.

Daha sonra çürükten etkilenmiş dentin, önce 320 gritlik, sonra da 600 gritlik zımpara ile su soğutması altında aşındırılarak makaslama bağlanma dayanımı için gerekli olan düzgün okluzal yüzey elde edildi. Dişler her bir grupta 10 diş olacak şekilde (n=10) farklı adeziv sistemlerle beraber farklı self-adeziv kompozitler uygulanmak üzere 9 alt gruba daha ayrıldı. Kontrol grubu olarak iki farklı adeziv sistemle beraber geleneksel bir akıcı kompozit uygulandı. Bağlanma dayanımı testi için grupların dağılımı Çizelge 2.2. de verilmiştir.

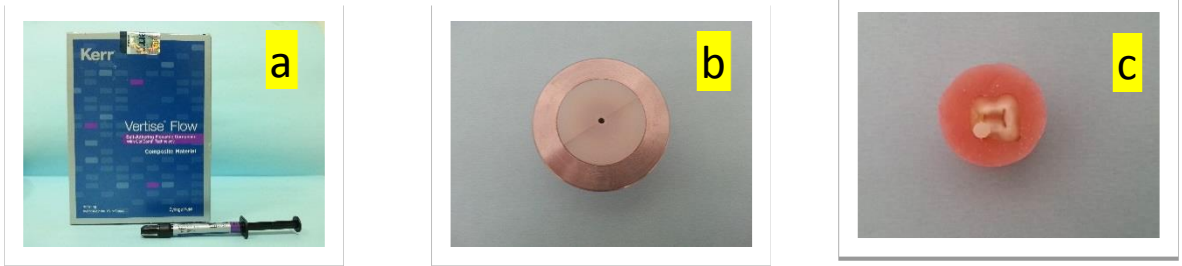
Çizelge 2.2.Bağlanma dayanımı testi için grupların dağılımı.

Kompozitler	Çelik Rond Frez ile Çürük Temizleme	Er-YAG Lazer ile Çürük Temizleme
Vertise Flow	1.1=VF	2.1= VF
	1.2=SE Bond + VF	2.2=SE Bond + VF
	1.3=OptiBond FL+ VF	2.3= OptiBond FL+VF
Constic	1.4=Constic	2.4= Constic
	1.5=SE Bond+ Constic	2.5=SE Bond+ Constic
	1.6=OptiBondFL+ Constic	2.6=OptiBondFL+Constic
Fusio Liquid Dentin	1.7=FLD	2.7=FLD
	1.8=SE Bond+ FLD	2.8=SE Bond+ FLD
	1.9= Op tiBond FL + FLD	2.9= OptiBond FL + FLD
Ultimate Flow(Kontrol)	1.10=SE Bond+UF	2.10=SE Bond+UF
	1.11= OptiBond FL +UF	2.11= OptiBond FL +UF

2.2. Kavite Preparasyon Yöntemlerinin, Adezivlerin ve Self-Adeziv Kompozitlerin Uygulanması

Grup 1.1 (Vertise Flow);

Çürük, çelik frez (Meisinger, Hager&meisinger, Düsseldorf, Almanya, ISO; 310204001001016, LOT;842456) yardımı ile temizlendi ve Diagnodent (KaVo Dental GmbH, Biberach, Germany) ile 11-20 arasında bir skor elde edilinceye kadar temizlenmeye devam edildi. Daha sonra çürükten etkilenmiş dentin, önce 320 gritlik, sonra da 600 gritlik zımpara ile su soğutması altında aşındırılarak makaslama bağlanma dayanımı için gerekli olan düzgün yüzey elde edildi. Çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine iç çapı 2 yüksekliği 3 mm olan teflon kalıplar yerleştirildi, Vertise Flow self-adeziv akıcı kompozit 1,5 mm lik 2 tabaka halinde uygulandı ve her bir tabaka ışık cihazı (Monitex Blue Lex GT-1200, Monitex Industrial Co. Ltd.) ile 20 sn. polimerize edildi. Kompozit restorasyon etrafındaki teflon kalıp dikkatlice çıkarıldıktan sonra 10 sn. daha ışık uygulandı. Bu şekilde çürükten etkilenmiş dentin yüzeyi 3mm kalınlıkta Vertise Flow self-adeziv akıcı kompozit ile kaplandı (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. (a) Vertise Flow.

(b)Teflon Kalıp.

(c)Kompoziti hazırlanmış örnek.

Grup 1.2 (Clearfil SE Bond+ Vertise Flow);

Frez yardımı ile Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Clearfil SE Bond adeziv sistem üretici firma önerileri doğrultusunda uygulandı. Clearfil SE Bond'un primeri tüm çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine fırça ile uygulanıp yirmi saniye bekletildikten sonra orta şiddette hava spreyi yardımı ile primer dağıtılarak tüm yüzeye eşit şekilde dağılması sağlandı. Daha sonra Clearfil SE Bond'un adezivi fırça ile uygulandı. Adezivin eşit şekilde dağılması için hafifçe hava spreyi kullanılarak homojen bir şekilde dağılması sağlandı. Işık cihazı ile 10 saniye polimerize edildi. Adeziv sistem uygulanmış çürükten etkilenmiş dentin

yüzeyine Vertise Flow self-adeziv akıcı kompozit Grup 1.1 deki gibi uygulandı (Şekil 2.5, Şekil 2.6).



Şekil 2.5. Clearfil SE Bond .



Şekil 2.6. Vertise Flow.

Grup 1.3 (Optibond FL+ Vertise Flow);

Frez yardımı ile Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Optibond FL kitinde bulunan asit (37.5% fosforik asit) 15 saniye süre ile yüzeye uygulandı. Uygulamadan sonra dişler 15 saniye hava su spreyi yardımı ile yıkandı, pamuk pelet yardımı ile kurutuldu ve kavitelelerin hafif nemli kalması sağlandı. Bir pamuk pelet yardımı ile primer tek kat olacak şekilde uygulandı ve hafifçe 5 sn hava sıkılarak primerin yüzeye dağılması sağlandı. Adeziv ajan bir pamuk pelet yardımı ile çürükten etkilenmiş dentine uygulandı. İyice yüzeye dağılması sağlandıktan sonra ışık cihazı ile 10 saniye polimerize edildi. Adeziv sistem uygulanmış çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Vertise Flow self-adeziv akıcı kompozit Grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.7, Şekil 2.8).



Şekil 2.7. Optibond FL.



Şekil 2.8. Vertise Flow.

Grup 1.4 (Constic);

Frez kullanılarak Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Constic self-adeziv akıcı kompozit Grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Constic.

Grup 1.5 (Clearfil SE Bond+ Constic);

Frez kullanılarak Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Clearfil SE Bond grup 1.2 deki gibi ve Constic self-adeziv akıcı kompozit Grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.10, Şekil 2.11).



Şekil 2.10. Clearfil SE Bond.



Şekil 2.11. Constic.

Grup 1.6 (Optibond FL + Constic);

Frez kullanılarak Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Optibond FL grup 1.3 teki gibi ve Constic self-adeziv akıcı kompozit Grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.12, Şekil 2.13).



Şekil 2.12. Optibond FL.



Şekil 2.13. Constic.

Grup 1.7 (Fusio Liquid Dentin);

Frez kullanılarak Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Fusio Liquid Dentin self-adeziv akıcı kompozit grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.14).



Şekil 2.14. Fusio Liquid Dentin.

Grup 1.8 (Clearfil SE Bond+ Fusio Liquid Dentin);

Frez kullanılarak Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Clearfil SE Bond grup 1.2 deki gibi ve Fusio Liquid Dentin self-adeziv kompozit grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.15, Şekil 2.16).



Şekil 2.15. Clearfil SE Bond.



Şekil 2.16. Fusio Liquid Dentin.

Grup 1.9 (Optibond FL + Fusio Liquid Dentin);

Frez kullanılarak Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Optibond FL grup 1.3 teki gibi ve Fusio Liquid Dentin self-adeziv akıcı kompozit Grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.17, Şekil 2.18).



Şekil 2.17. Optibond FL.



Şekil 2.18. Fusio Liquid Dentin.

Grup 1.10 (Kontrol, Clearfil SE Bond+Filtek Ultimate Flowable);

Frez kullanılarak Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Clearfil SE Bond grup 1.2 deki gibi ve Filtek Ultimate Flowable kompozit grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.19, Şekil 2.20).



Şekil 2.19. Clearfil SE Bond.



Şekil 2.20. Filtek Ultimate Flowable.

Grup 1.11 (Kontrol, Optibond FL +Filtek Ultimate Flowable);

Frez kullanılarak Grup 1.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine Optibond FL grup 1.3 teki gibi ve Filtek Ultimate Flowable kompozit grup 1.1'deki gibi uygulandı (Şekil 2.21, Şekil 2.22).



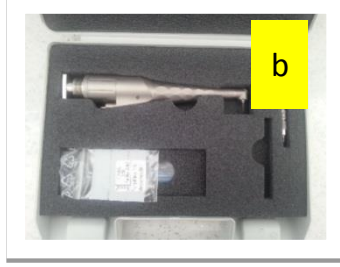
Şekil 2.21. Optibond FL.



Şekil 2.22. Filtek Ultimate Flowable.

Grup 2.1 (Vertise Flow);

Çürük dentin dokusu 2.94 μm dalga boyunda Er:YAG lazer (Fidelis PlusII, Fotona Medical Lasers, Ljubljana, Slovenia) kullanılarak uzaklaştırıldı. Bu işlem, üretici firmanın önerileri doğrultusunda kontakt modunda, su soğutması altında, diş yüzeyinden 1 mm uzakta olacak şekilde 200 mJ (13 J/ J/cm^2), 20 Hz, 4 Hava, 5 Su parametreleri kullanılarak uygulandı. Dentin yüzeyi önce 320, sonra da 600 gritlik zımpara ile su soğutması altında aşındırılarak makaslama bağlanma dayanımı için gerekli olan düzgün yüzey elde edildi. Vertise Flow self-adeziv akıcı kompozit grup 1.1'deki gibi çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine uygulandı (Şekil 2.23)



Şekil 2.23.(a)Fotona Lazer , (b)Kontakt Modu Uç, (c)Lazer Parametreleri.

Grup 2.2 (Clearfil SE Bond+ Vertise Flow);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Clearfil SE Bond ve Vertise Flow self-adeziv akıcı kompozit grup 1.2'deki gibi uygulandı.

Grup 2.3 (Optibond FL + Vertise Flow);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Optibond FLve Vertise Flow self-adeziv akıcı kompozit grup 1.3'deki gibi uygulandı.

Grup 2.4 (Constic);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Constic self-adeziv akıcı kompozit grup 1.4'deki gibi uygulandı.

Grup 2.5 (Clearfil SE Bond+ Constic);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Clearfil SE Bond ve Constic self-adeziv akıcı kompozit grup 1.5'deki gibi uygulandı.

Grup 2.6 (Optibond FL + Constic);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Optibond FLve Constic self-adeziv akıcı kompozit Grup 1.6'daki gibi uygulandı.

Grup 2.7 (Fusio Liquid Dentin);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Fusio Liquid Dentin self-adeziv akıcı kompozit grup 1.7'deki gibi uygulandı.

Grup 2.8 (Clearfil SE Bond+ Fusio Liquid Dentin);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Clearfil SE Bond ve Fusio Liquid Dentin self-adeziv kompozit grup 1.8'deki gibi uygulandı.

Grup 2.9 (Optibond FL + Fusio Liquid Dentin);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Optibond FLve Fusio Liquid Dentin self-adeziv akıcı kompozit Grup 1.9'daki gibi uygulandı.

Grup 2.10 (Kontrol, Clearfil SE Bond+Filtek Ultimate Flowable);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Clearfil SE Bond grup ve Filtek Ultimate Flowable kompozit grup 1.10'daki gibi uygulandı.

Grup 2.11 (Kontrol, Optibond FL +Filtek Ultimate Flowable);

Er;YAG lazer yardımı ile grup 2.1'deki gibi hazırlanan çürükten etkilenmiş dentine Optibond FLve Filtek Ultimate Flowable kompozit grup 1.11'deki gibi uygulandı.

Restorasyonları tamamlanan dişler 48 saat boyunca 37 °C'de distile suda bekletildi ve sonrasında makaslama bağlanma dayanımı test düzeneğine yerleştirildi.

2.3. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testinin Uygulanması

Hazırlanan örneklerin makaslama bağlanma dayanımlarının ölçümleri Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Araştırma Merkezi'nde Basma-Çekme Test cihazında (Instron Universal) gerçekleştirildi. Cihaza bağlı Ultradent'in özel kavisli ucuyla 1 mm/dk. hızla iletilen kuvvet, restorasyon-diş birleşim bölgesine restorasyon dişten tamamen ayrılıncaya kadar uygulandı. Restorasyonların kopma değerleri Instron cihazının kendi yazılım programı (Trapezium 2, Shimadzu Corp., Kyoto, Japonya) ile MPa cinsinden hesaplandı.

Örneklerin kırılma yüzey analizleri X20 büyütme bir ışık mikroskobu (Olympus SZ4045 TRPT, Osaka, Japonya) altında değerlendirildi. Başarısızlık tipleri;

- 1- Adeziv başarısızlık, restoratif materyalin % 20 sinden daha az dentin yüzeyinde kalmışsa,
- 2- Koheziv başarısızlık, restoratif materyalin %80'inden fazlası dentin yüzeyinde kalmışsa,
- 3- Karışık (adeziv/koheziv) başarısızlık ise, dentin yüzeyinde koheziv başarısızlıktan daha az ama adeziv başarısızlıktan daha fazla restoratif materyal kalmışsa olarak tanımlandı (Woronko ve ark 1996).

2.4. Mikrosızıntı çalışması için dişlerin hazırlanması

Son 6 ay içinde çekilmiş 110 adet çürüksüz insan molar dişi rastgele seçilerek iki gruba ayrıldı (Şekil 2.24, Çizelge 2.3).

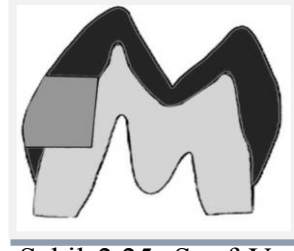
Çizelge 2.3.Mikrosızıntı testi için grupların dağılımı.

Kompozitler	Bukkal (aeratör)	Lingual/palatinal (aeratör+Er-YAGLazer etch)
Vertise Flow	VF (10 kavite)	VF (10 kavite)
	VF +SE Bond (10 kavite)	VF+ SE Bond (10 kavite)
	VF +OptibondFL (10 kavite)	VF +OptibondFL (10 kavite)
Constic	Constic (10 kavite)	Constic (10 kavite)
	Constic + SE Bond (10 kavite)	Constic + SE Bond (10 kavite)
	Constic+OptibondFL (10 kavite)	Constic+OptibondFL (10 kavite)
Fusio Liquid Dentin	FLD (10 kavite)	FLD (10 kavite)
	FLD + SE Bond (10 kavite)	FLD + SE Bond (10 kavite)
	FLD +OptibondFL (10 kavite)	FLD +OptibondFL (10kavite)
Ultimate Flow (Kontrol)	SE Bond +UF (10 kavite)	SE Bond +UF (10 kavite)
	OptibondFL+UF (10 kavite)	Optibond FL +UF (10 kavite)



Şekil 2.24.Çürüksüz Molar Dişler.

Her bir dişin bukkal yüzeylerine ve lingual/palatinal yüzeylerine aeratör ile okluzal köşenin 1,5 mm altında ve gingival kenarda mine sement sınırının 1,5 mm üstünde kalacak şekilde sınıf V kavite preparasyonu olarak dizayn edildi. Kavite boyutlarının standart olması açısından kaviteler 4 mm genişlik ve 3 mm yüksekliğinde yapıldı. Kavite derinliği kavitenin başladığı dış yüzeyden 2 mm derinlik olması sağlandı. Bu ölçümlerin sabit olması için kaviteler bir periodontal sond ile ölçüldü. Frez ile kavite hazırlığı hava-su soğutması altında ve elmas fissür frez kullanılarak gerçekleştirildi. Mine kenarları bizote edilmedi. Elmas frezler her 5 kavitede bir yenilendi (Şekil 2.25, Şekil 2.26).

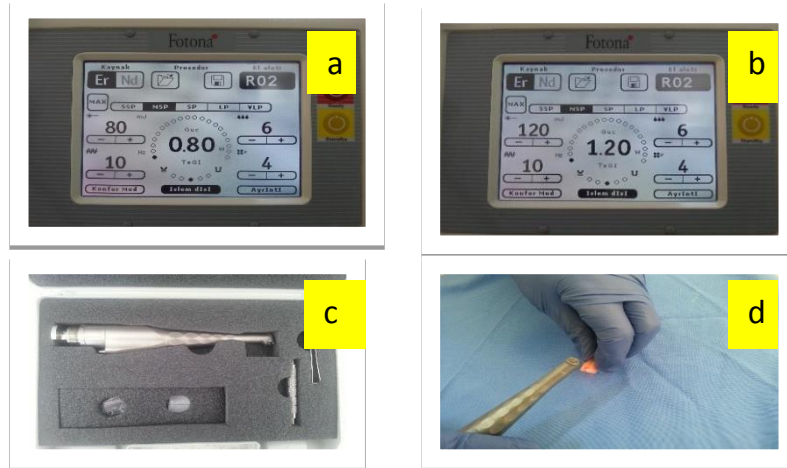


Şekil 2.25. Sınıf V Kavite Dizaynı.



Şekil 2.26. Hazırlanmış Sınıf V kavite.

Bukkal yüzeylerdeki kavitelere ilave bir işlem yapılmadı, lingual/palatinal yüzeydeki kavitelere lazer ile pürüzlendirme işlemi yapıldı. Lazer ile pürüzlendirme işlemi için Er:YAG lazer ile hazırlık nonkontakt başlık (R02-C) kullanıldı. Diş yüzeyinden 7 mm uzakta olacak şekilde ve hava-su soğutması altında gerçekleştirildi. 100 µs atım aralığında (MSP mod) çalışılan cihazda enerji değeri minede 120 mJ/10Hz, dentinde 80mJ/10Hz enerji değerleri kullanıldı ve yüzeyler 15 sn. süre ile hava-su soğutması altında tarandı (Şekil 2.27).



Şekil 2.27 (a)Dentin Etch Parametreleri, (b)Mine Etch Parametreleri, (c)Non-Kontakt Modu Ucu, (d)Lazer-etching Yapılırken.

Daha sonra üç farklı self-adeziv kompozit uygulanmak üzere üç alt gruba, bunlar da farklı adeziv sistemlerle birlikte uygulanmak üzere (n=10 kavite olacak şekilde) iki alt gruba daha ayrıldı. Kontrol grubu olarak ise Clearfil SE Bond ve Optibond FL adeziv sistemle beraber Filtek Ultimate Flowable kompozit uygulandı. Self-adeziv kompozitler üretici firma talimatlarına göre uygulandı. Kontrol grubunun kavileri restore edilirken tabakalama tekniği kullanıldı. İlk tabaka gingival duvara doğru oblik, ikinci tabaka oklüzale doğru oblik ve son tabaka ise bukkalde kalan boşluğu kapatacak şekilde düz olarak yerleştirildi. Her tabaka için 20 sn. ışık uygulandı (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. Restorasyonu tamamlanmış diş.

Restorasyonları tamamlanan dişlerin yüzeyleri polisaj lastikleri ile düzeltildikten sonra 24 saat boyunca 37 °C'de distile su içinde karanlık ortamda bekletildi.

Arkansas taşı ve sarı lastik ile yapılan cilalama işleminin ardından tüm örneklere 5±2 °C -55±2 °C arasında 1000 defa termal siklus işlemi uygulandı. Su banyolarında bekleme süresi 30'ar saniye ve banyolar arası transfer süresi 3 saniye olacak şekilde işlem tamamlandı (Owens ve ark 2006, Bektas ve ark 2013).

2.5. Mikrosızıntı Deneyinin Uygulanması

Mikrosızıntı miktarlarının değerlendirilmesi için boya penetrasyon yöntemi kullanıldı. Dişlere kavite sınırlarının 1mm dışından geçecek şekilde 2 kat tırnak cilası (Flormar, Kocaeli, Türkiye) sürülüp, apikalleri iki aşamalı self-etch (Clearfil SE Bond) adeziv sistem kullanılarak Filtek Ultimate Flowable kompozit rezin ile kapatıldı (Şekil 2.29).



Şekil 2.29. Apeksi kapatılmış, tırnak cilası ile boyanmış diş.

Dışler 24 saat %0,5 bazik fuksin solüsyonunda 37 °C bekletildikten sonra musluk suyu altında yıkanarak fazla boyanın uzaklaşması sağlandı.

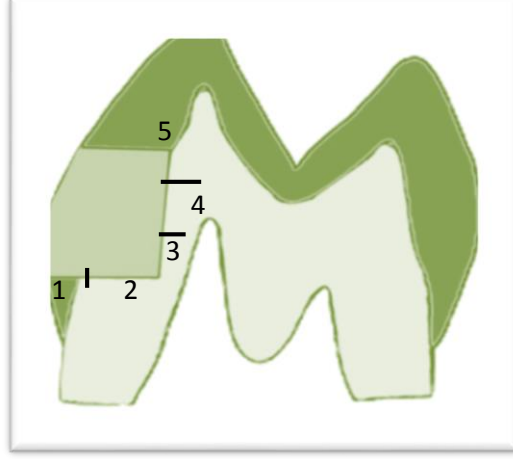
Dışlerin bukko-lingual yönde kesimi, dışlerin bukkal ve lingual taraflarında yapılan restorasyonların tam ortalarından geçecek şekilde ayarlanarak hava su spreyi ile çalışan bir mikro motor (Bien-Air CA 171, Bien-Air SA Längasse 60, Switzerland) ve ucuna takılan çift yönlü elmas kaplı separe frez ile yapıldı. Kesilen dışlerin bir tarafı sadece stereomikroskopta incelenmek için alındı. Dışlerin hem bukkaldeki hem de lingual yüzlerindeki dolgular ayrı ayrı incelendi.

Kesitlerin stereomikroskopta incelenecek yüzeyleri su zımparası ile zımparalanarak pomza ve fırça ile parlatıldı. Örneklerin boya penetrasyonu üstten aydınlatılarak stereomikroskop (Leica MZ 16 FA) ile 40X büyütmede değerlendirildi.

Kullanılan mikrosızıntı skalası için daha önce yapılan araştırmalarda kullanılmış olan bir skora seçilmiştir (Bektas ve ark 2013).

Skorlama:

- Skor 0: Boya penetrasyonu yok.
- Skor 1: Okluzal veya gingival kavite duvarının 1/3ünde ara yüzde boyanma var.
- Skor 2: Okluzal veya gingival kavite duvarının sonuna kadar uzanan boyanma var.
- Skor 3: Okluzal veya gingival kavite duvarını geçip aksiyal duvarın 1/3 ünü kaplayan boya penetrasyonu var.
- Skor 4: Okluzal veya gingival kavite duvarını geçip aksiyal duvarın 2/3 ünü kaplayan boya penetrasyonu var.
- Skor 5: Okluzal veya gingival kavite duvarını geçip aksiyal duvarın tamamını kaplayan boya penetrasyonu var (Şekil 2.30).



Şekil 2.30.Skorlama.

2.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

SEM değerlendirmesi için toplam 22 adet çürüklü molar diş kullanıldı. Dişlerin kron kısmı aproksimal basamaktaki çürük seviyesine kadar uzaklaştırıldı. Daha sonra dişler iki farklı yöntem (Çelik frez-Er:YAG Lazer) ile temizlendi. Sonra dişler üç ana gruba ve bu gruplarda farklı adeziv sistemler uygulanmak üzere üç alt gruba daha ayrıldı. Kontrol grubu olarak self-etch adeziv ve total-etch adezivle beraber akıcı kompozit uygulanmak üzere iki alt gruba ayrıldı (n=1). Dişlere bağlanma deneyindeki adeziv prosedürler uygulandı.

Hazırlanan örnekler mesiodistal yönde bağlantı ara yüzeyine dik olarak akan su altında, düşük hızda elmas separe yardımı ile kesildi. Her bir adeziv sistem için iki adet bağlantı ara yüzeyi elde edildi. Bağlantı ara yüzeylerinin bir yarısı atıldıktan sonra diğer ara yüzeyleri sırayla # 600, # 800, # 1000, # 1200 ve # 2000 grenli zımparalar ile aşındırıldı. Aşındırma işleminden sonra örnekler 15 dk boyunca ultrasonik temizleyiciye bırakıldı. Daha sonra örneklere 10 sn boyunca %10'luk fosforik asit uygulandı. Örnekler 15 dk boyunca ultrasonik temizleyicide bekletildi. Bunun sonrasında 5 dk boyunca %5'lik sodyum hipoklorit uygulandı ve örnekler 15 dk boyunca ultrasonik temizleyicide bırakıldı. Artan derecelerde (% 50, % 70, % 95, % 100) etanolde 15'er dakika bekletilerek dehidratasyona uğratıldı. Hazırlanan dişler 24 saat süre ile kurumaya bırakıldı ve yüzeyleri altın kaplama cihazında (Hummer VII coater, Anatech Corp. Alexandria, ABD) altında kaplandı. SEM (JEOL, JSM 5410, Tokyo, JAPONYA) ile 1000 X ve 2000 X büyütmede incelendi. Değerlendirmede hibrit tabakasının varlığı, kalınlığı ve kalitesi, rezin uzantılarının varlığı, uzunlukları ve kalitesi dikkate alındı.

Ayrıca Sınıf V kavite kavitelerde asit etching, lazer etching ve asit+lazer etching yapılan mine ve dentin yüzeyleri 1000 X, 2000 X ve 5000 X büyütmede incelendi.

2.7. İstatistiksel Değerlendirme

Makaslama bağlanma dayanımı testi sonucu MPa cinsinden elde edilen değerler kompozit (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin), yöntem (Frez, Er:YAG Lazer), adeziv sistem (Adeziv Yok, SE Bond, Optibond FL), kompozit+yöntem, kompozit+adeziv sistem, yöntem+adeziv sistem, kompozit+yöntem+adeziv sistem gruplarının genel karşılaştırması için İki Yönlü Varyans Analizi, gruplar arası genel karşılaştırma için One-way ANOVA, ikili karşılaştırmalar için ise Tukey HSD analizi uygulandı.

Mikrosızıntı test sonucunda elde edilen okluzal ve gingival kenar mikrosızıntı değerlerinin genel karşılaştırılması için Friedman Testi uygulandı. Her bir grubun kendi içinde gingival-okluzal kenar sızıntı karşılaştırması için Wilcoxon Signed Ranks Testi uygulandı. Grupların gingival kenarları arasındaki ikili karşılaştırma için Mann-Whitney U testi, yine grupların okluzal kenarları arasındaki ikili karşılaştırma için Mann-Whitney U testi uygulandı.

Kompozitler arasında gingival kenarların genel karşılaştırması için Kruskall Wallis testi, yine kompozitler arasında okluzal kenarların genel karşılaştırması için Kruskall Wallis testi uygulandı. Kompozitler arasında ikili karşılaştırma için ise Mann-Whitney U testi uygulandı.

Yöntemler arası genel karşılaştırma için Mann-Whitney U testi uygulandı.

Adeziv sistemler arası genel karşılaştırma için Kruskall Wallis testi uygulanırken, ikili karşılaştırma için ise Mann-Whitney U testi uygulandı.

Grupların ikili karşılaştırılmasında Bonferroni düzeltmesi $p=0,0002$ olarak hesaplandı. İstatistik analizler SPSS 17.0 paket programında yapıldı.

3.BULGULAR

Üç farklı self-adeziv akıcı kompozit ve bir adet geleneksel akıcı kompozitin; iki farklı çürük temizleme yöntemi (Er:YAG lazer ve Çelik frez) ile hazırlanmış çürükten etkilenmiş dentin üzerine tek başlarına, iki aşamalı self-etch adeziv sistem ile beraber ve üç aşamalı total-etch adeziv sistem ile beraber olmak üzere üç farklı şekilde uygulanmasının ardından makaslama bağlanma dayanımı, mikrosızıntı değerleri sonuçları ve SEM bulguları bu bölümde verilmiştir.

3.1. Makaslama Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

İki yönlü varyans analizi sonucuna göre hem kullanılan kompozitler arasında (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin, Ultimate Flow) ($p<0,05$), hem farklı iki çürük temizleme yöntemi (Er:YAG lazer ve Frez) ($p<0,05$), hem de kullanılan bondingler (self-adeziv, self-etch adeziv, total-etch adeziv) ($p<0,05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi. Bununla birlikte kompozit+yöntem, kompozit+bonding ve kompozit+yöntem+bonding etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemişken ($p>0,05$); yöntem+bonding etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$)(Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testinin İki Yönlü Varyans Analiz Sonuçları.

	df	Mean square	F	P(Sig)
Corrected Model	21	1039,785	19,463	0,000
Intercept	1	56172,859	1051,485	0,000
Kompozit	3	213,280	3,992	0,009
Yöntem	1	311,961	5,840	0,017
Bonding	2	8817,853	165,059	0,000
Kompozit+Yöntem	3	1,904	0,036	0,991
Kompozit+Bonding	5	63,043	1,180	0,320
Yöntem+Bonding	2	168,833	3,160	0,045
Kompozit+Yöntem+Bonding	5	3,231	0,060	0,998

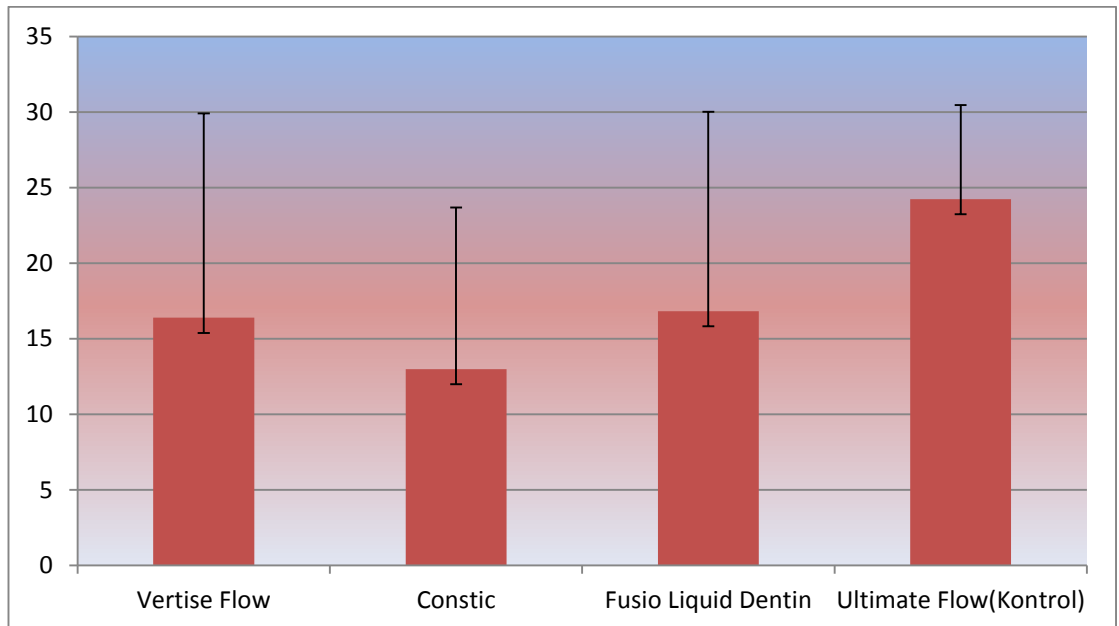
Çalışmamızda kullanılan kompozitler İki Yönlü Varyans Analizi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.2.).

Kullanılan kompozitlerin genel değerlendirmesinde Kontrol grubumuz olan Ultimate Flow akıcı kompozitin her üç self-adeziv kompozitten daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.2. ve Şekil 3.1.).

Çizelge 3.2. Kompozitlerin Makaslama Bağlanma Dayanımı Sonuçlarının ortalama±standart sapma(Ort±SS), minimum ve maksimum değerleri (min,max).

Kompozitler	n	Ort±SS	Min	Max	
Vertise Flow	60	16,39±13,524	0,03	47,33	b
Constic	60	12,98±10,698	0,03	47,92	b
Fusio Liquid Dentin	60	16,83±13,190	0,03	59,29	b
Ultimate Flow(Kontrol)	40	24,23±6,238	6,78	37,39	a

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında İki Yönlü Varyans Analizine göre fark yoktur (Çizelge 3.2.).



Şekil 3.1. Kompozitlerin Makaslama Bağlanma Dayanımı Sonuçları.

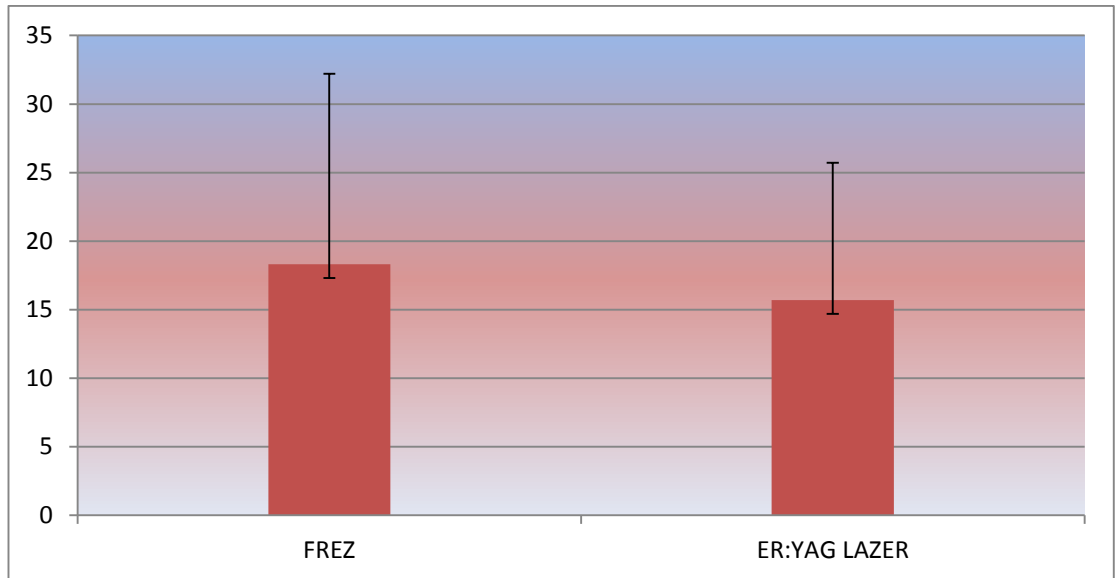
Çalışmamızdaki farklı çürük temizleme yöntemlerinin İki Yönlü Varyans Analizi ile karşılaştırılması sonucunda aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.3.).

Çürük temizleme yöntemlerinden frezle hazırlanan gruptaki bağlanma dayanımı değerleri lazerle hazırlanan grubunkinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.3. ve Şekil3.2.).

Çizelge 3.3. Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Bağlanma Dayanımı Sonuçlarının ortalama±standart sapma(Ort±SS), minimum ve maksimum değerleri (min,max).

Preperasyon Yöntem	n	Ort±SS	Min	Max	
Frez	110	18,32±13,902	0,03	59,29	b
Er:YAG Lazer	110	15,69±10,031	0,03	37,7	a

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında İki Yönlü Varyans Analizine göre fark yoktur(Çizelge 3.3.).



Şekil 3.2. Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Bağlanma Dayanımı Sonuçları.

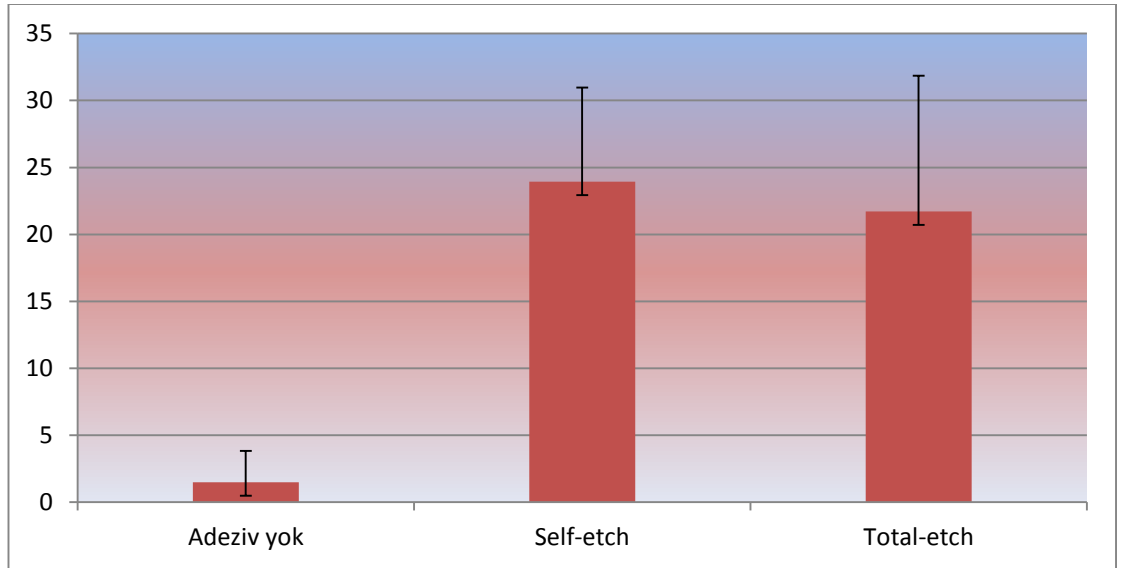
Çalışmamızdaki farklı adeziv sistemlerin İki Yönlü Varyans Analizi ile karşılaştırılması sonucunda aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.4.).

Herhangi bir adeziv sistemin uygulanmadığı gruptaki makaslama bağlanma dayanım değerleri; self-etch adeziv ve total-etch adeziv sistem uygulanarak hazırlanan gruptaki değerlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0,05$). İki aşamalı self-etch adeziv sistem Clearfil SE Bond ve üç aşamalı total-etch adeziv sistem Optibond FL arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$)(Çizelge 3.4. ve Şekil 3.3.).

Çizelge 3.4. Farklı Adeziv Sistemlerin Bağlanma Dayanımı Sonuçlarının ortalama±standart sapma (Ort±SS), minimum ve maksimum değerleri (min,max).

Adeziv Sistem	n	Ort±SS	Min	Max	
Adeziv yok	60	1,48±2,349	0,03	10,89	b
Self-etch	80	23,94±7,038	6,78	42,61	a
Total-etch	80	21,72±10,120	5,24	59,29	a

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında İki Yönlü Varyans Analizine göre istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 3.4.).

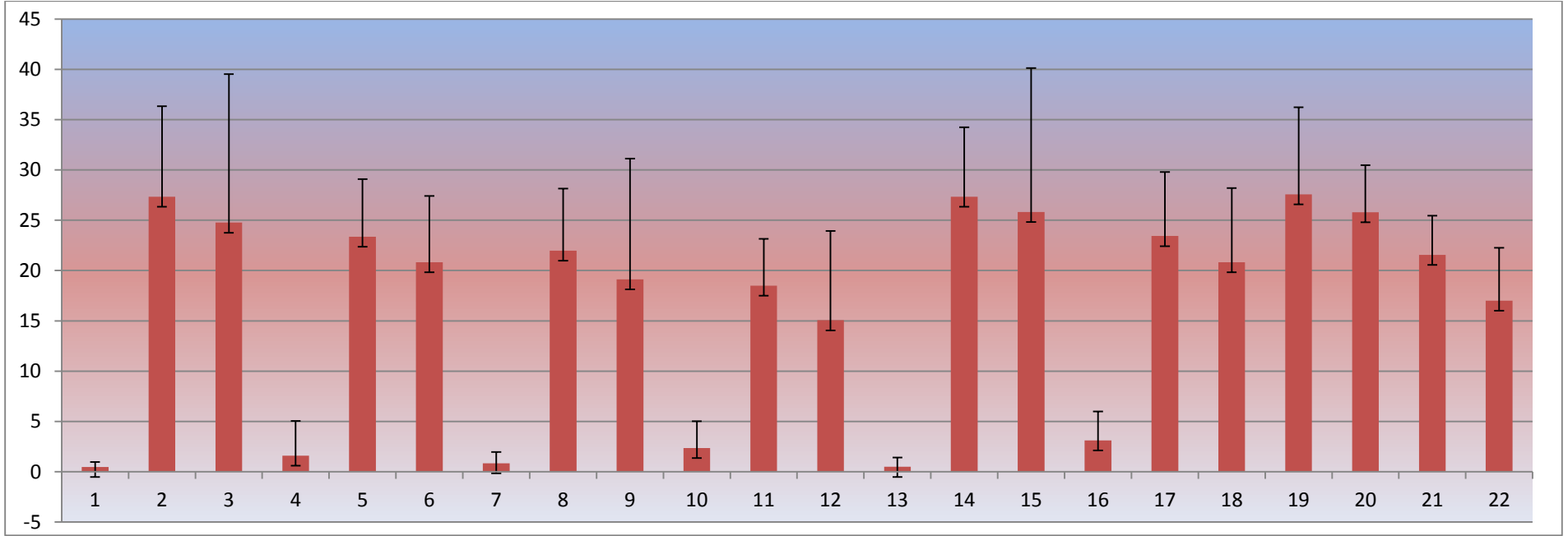


Şekil 3.3. Farklı Adeziv Sistemlerin Bağlanma Dayanımı Sonuçları.

Çizelge 3.5. Grupların Bağlanma Dayanımı Sonuçlarının ortalama±standart sapma (Ort±SS), minimum ve maksimum değerleri (min,max).

Kompozit	Yöntem	Bonding	n	Ort±SS	Min	Max	Grup	Grup
Vertise Flow	Frez	Yok	10	0,47±0,49	0,03	1,53	c	1
		SE Bond	10	27,33±8,99	13,52	42,61	a	2
		OptiBond FL	10	24,76±14,76	5,24	47,33	ba	3
	Lazer	Yok	10	1,60±3,46	0,03	10,89	c	4
		SE Bond	10	23,36±5,74	12,45	31,42	ba	5
		OptiBond FL	10	20,83±6,58	11,18	30,3	ba	6
Constic	Frez	Yok	10	0,85±1,11	0,03	3,4	c	7
		SE Bond	10	21,97±6,17	13,87	33,08	ba	8
		OptiBond FL	10	19,13±11,99	8,15	47,92	ba	9
	Lazer	Yok	10	2,35±2,67	0,06	6,12	c	10
		SE Bond	10	18,50±4,66	12,4	26,56	ba	11
		OptiBond FL	10	15,06±8,88	6,37	29,42	b	12
Fusio Liquid Dentin	Frez	Yok	10	0,49±0,92	0,03	3,09	c	13
		SE Bond	10	27,33±6,90	18,02	38,54	a	14
		OptiBond FL	10	25,82±14,31	13,49	59,29	ba	15
	Lazer	Yok	10	3,12±2,86	0,03	7,38	c	16
		SE Bond	10	23,43±6,37	12,84	37,7	ba	17
		OptiBond FL	10	20,82±7,38	12,76	32,33	ba	18
Ultimate Flow	Frez	SE Bond	10	27,57±8,67	6,78	37,39	a	19
		OptiBond FL	10	25,79±4,69	18,98	35,7	ba	20
		SE Bond	10	21,55±3,91	15,76	26,74	ba	21
	Lazer	OptiBond FL	10	17,01±5,24	13,62	27,3	ba	22

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Tukey HSD testine göre istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 3.5.).



Şekil 3.4. Grupların Bağlanma Dayanımı Sonuçları.

Gruplar arası genel karşılaştırma için uygulanan One way ANOVA sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için ise Tukey HSD analizi uygulandı.

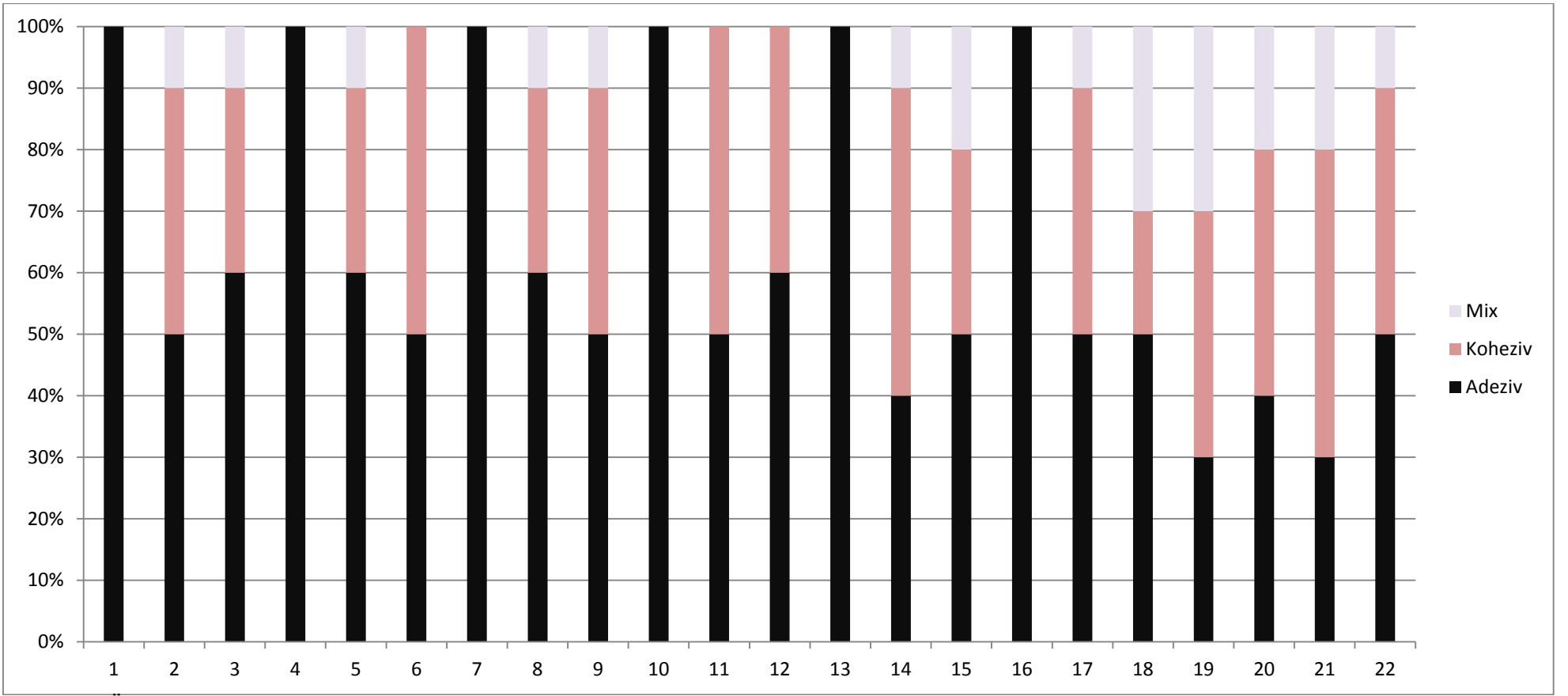
Her üç self adeziv kompozitin tek başına uygulandıkları grupların her biri, adeziv sistemle beraber uygulandıkları gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bağlanma göstermiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3.5.).

Self-etch adeziv ve total-etch adezivle beraber uygulanan self adeziv kompozitler, geleneksel akıcı kompozitle yakın bağlanma değerleri göstermiştir. Sadece Lazer+Optibond FL+Constic grubu, Frez+SE Bond+Vertise Flow, Frez+SE Bond+Fusio Liquid Dentin ve Frez+SE Bond+Ultimate Flow grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bağlanma göstermiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3.5.).

3.2. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Kırılma Analiz Bulguları

Çizelge 3.6. Grupların Kırılma tipleri ve Yüzdeleri.

Kompozit	Yöntem	Bonding	Adeziv	Koheziv	Karma	Grup
Vertise Flow	Frez	Yok	10(% 100)	0(% 0)	0(% 0)	1
		SE Bond	5(% 50)	4(% 40)	1(% 10)	2
		OptiBond FL	6(% 60)	3(% 30)	1(% 10)	3
	Lazer	Yok	10(% 100)	0(% 0)	0(% 0)	4
		SE Bond	6(% 60)	3(% 30)	1(% 10)	5
		OptiBond FL	5(% 50)	5(% 50)	0(% 0)	6
Constic	Frez	Yok	10(% 100)	0(% 0)	0(% 0)	7
		SE Bond	6(% 60)	3(% 30)	1(% 10)	8
		OptiBond FL	5(% 50)	4(% 40)	1(% 10)	9
	Lazer	Yok	10(% 100)	0(% 0)	0(% 0)	10
		SE Bond	5(% 50)	5(% 50)	0(% 0)	11
		OptiBond FL	6(% 60)	4(% 40)	0(% 0)	12
Fusio Liquid Dentin	Frez	Yok	10(% 100)	0(% 0)	0(% 0)	13
		SE Bond	4(% 40)	5(% 50)	1(% 10)	14
		OptiBond FL	5(% 50)	3(% 30)	2(% 20)	15
	Lazer	Yok	10(% 100)	0(% 0)	0(% 0)	16
		SE Bond	5(% 50)	4(% 40)	1(% 10)	17
		OptiBond FL	5(% 50)	2(% 20)	3(% 30)	18
Ultimate Flow	Frez	SE Bond	3(% 30)	4(% 40)	3(% 30)	19
		OptiBond FL	4(% 40)	4(% 40)	2(% 20)	20
	Lazer	SE Bond	3(% 30)	5(% 50)	2(% 20)	21
		OptiBond FL	5(% 50)	4(% 40)	1(% 10)	22



Şekil 3.5.Örneklerde oluşan kırılma tiplerinin dağılımı.

Makaslama bağlanma dayanımı testi sonucunda dentin yüzeylerinde görülen kırılma tipleri ve dağılımları Çizelge 3.9. ve Şekil 3.8.'de verildi. Koheziv kırılma tipi en fazla Lazer+Optibond FL+Vertise Flow (%50), Lazer+Optibond FL +Constic (%50), Frez+SE Bond+Fusio Liquid Dentin (%50), Lazer+SE Bond+Ultimate Flow (%50) gruplarında gözlemlendi. En fazla adeziv tip kırılma ise Self-adeziv kompozitlerin tek başlarına uygulandıkları gruplarda görüldü (%100) (Çizelge 3.6. ve Şekil 3.5.).

İki aşamalı self-etch adeziv sistem olan Clearfil SE Bond'un dentin yüzeylerinde oluşturduğu kırılma tipleri analiz edildiğinde; en fazla adeziv kırılma tipi Lazer+SE Bond+Vertise Flow (%50), Frez+SE Bond+Constic (%50) gruplarında gözlemlenirken, en düşük adeziv kırılma tipi ise Frez+SE Bond+ Ultimate Flow (%30) ve Lazer+SE Bond+Ultimate Flow (%30) gruplarında gözlemlendi (Çizelge 3.6. ve Şekil 3.5.).

Üç aşamalı total-etch adeziv sistem olan Optibond FL'nin dentin yüzeylerinde oluşturduğu kırılma tipleri analiz edildiğinde; en fazla adeziv kırılma tipinin Frez+Optibond FL+Vertise Flow (%60) ve Lazer+Optibond FL+Constic (%60) gruplarında olduğu görüldü (Çizelge 3.6. ve Şekil 3.5.).

3.3. Mikrosızıntı Test Sonuçları

3.3.1. Gingival Kenara Ait Mikrosızıntı Bulguları

Farklı kompozitlerin gingival kenardaki mikrosızıntı değerleri Kruskal Wallis testi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p < 0,05$) (Çizelge 3.7.)

Kompozitlerin gingival kenardaki mikrosızıntıları karşılaştırıldığında en az mikrosızıntı Ultimate Flow (Kontrol) grubunda gözlemlenirken, Fusio Liquid Dentin, Vertise Flow ve Constic grupları arasında ise anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0,05$) (Çizelge 3.7.).

Çizelge 3.7. Farklı kompozitlerin gingival kenarında mikrosızıntı testi değerlendirme sonuçlarının, ortalama, min ve max değerleri.

Kompozitler	Ortalama değer(ortalanca)	Min	Max	
Vertise Flow	2,4	0	5	a
Constic	2,5	0	5	a
Fusio Liquid Dentin	2,3	0	5	a
Ultimate Flow(Kontrol)	1,5	0	3	b

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Mann-Whitney U testine göre istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 3.7.).

Farklı preperasyon yöntemlerinin gingival kenar mikrosızıntıları Mann-Whitney U testi uygulanarak karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Farklı preperasyon yöntemlerinin gingival kenarında mikrosızıntı testi değerlendirme sonuçlarının, ortalanca, min ve max değerleri.

Preperasyon Yöntem	Ortalama değer(ortalanca)	Min	Max	
Frez	2,2	0	5	a
Lazer Etching	2,3	0	5	a

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Mann-Whitney U testine göre istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 3.8.).

Adeziv sistemler arası gingival kenar mikrosızıntı değerleri Kruskal Wallis One Way Anova testi ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.9.).

Adeziv sistemlerin gingival kenarları arasında yapılan değerlendirmede, herhangi bir adeziv sistem uygulanmadan uygulanan self-adeziv kompozitler

istatistiksel olarak anlamlı derecede, self-etch ve total-etch adeziv uygulanan gruplardan daha yüksek mikrosızıntı değerleri gösterdi ($p<0,05$). Self-etch ve total-etch adeziv sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$) (Çizelge 3.9.).

Çizelge 3.9. Farklı adeziv sistemlerin gingival kenarında mikrosızıntı testi değerlendirme sonuçlarının, ortanca, min ve max değerleri.

Adeziv Sistem	Ortalama değer(ortanca)	Min	Max	
Adeziv yok	4,2	3	5	b
Self-etch	1,5	0	3	a
Total-etch	1,6	0	4	a

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Mann-Whitney U testine göre istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 3.9.).

Grupların gingival kenarları arasındaki mikrosızıntı değerleri Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testi uygulanarak değerlendirildi.

En az mikrosızıntı Frez+OptiBond FL+Ultimate Flow grubunda, en fazla mikrosızıntı ise Frez+Constic grubunda gözlemlendi (Çizelge 3.10.).

Çizelge 3.10. Grupların gingival kenarına ait mikrosızıntı sonuçlarının, ortanca, min ve max değerleri.

Kompozit	Yöntem	Bonding	Ortanca	Min	Max	Grup	
Vertise Flow	Frez	Yok	4,1	3	5	a	1
		SE Bond	1,3	0	2	b	2
		OptiBond FL	1,4	1	2	cb	3
	Lazer	Yok	3,9	3	5	ae	4
		SE Bond	1,8	1	3	db	5
		Etch	OptiBond FL	2	1	4	eb
Constic	Frez	Yok	4,7	4	5	f	7
		SE Bond	1,4	0	3	g	8
		OptiBond FL	1,3	0	2	hg	9
	Lazer	Yok	4,2	2	5	f	10
		SE Bond	1,6	1	3	ig	11
		Etch	OptiBond FL	2	1	3	jgh
Fusio Liquid Dentin	Frez	Yok	4,2	3	5	k	13
		SE Bond	1,4	1	2	l	14
		OptiBond FL	1,7	0	4	ml	15
	Lazer	Yok	3,4	2	5	kl	16
		SE Bond	1,5	1	3	nl	17
		Etch	OptiBond FL	2	1	4	kl
Ultimate Flow	Frez	SE Bond	1,6	0	3	o	19
		OptiBond FL	1,2	1	2	o	20
	Lazer	SE Bond	1,9	1	3	o	21
		Etch	OptiBond FL	1,6	1	3	o

Harflendirme her bir kompozitin kendi grupları arasında yapılmıştır. Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testine göre istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,0002$)(Çizelge 3.10.).

Çizelge 3.11. Grupların gingival kenarına ait mikrosızıntı skorlarının tüm gruplardaki yüzdeler dağılımı.

Kompozitler	Yöntem	Bonding	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5	Toplam
Vertise Flow	Frez	Yok	0(%0)	0(%0)	0(%0)	2(%20)	5(%50)	3(%30)	10(%100)
		SE Bond	1(%10)	5(%50)	4(%40)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	0(%0)	6(%60)	4(%40)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
	Lazer Etch	Yok	0(%0)	0(%0)	0(%0)	4(%40)	3(%30)	3(%30)	10(%100)
		SE Bond	0(%0)	4(%40)	4(%40)	2(%20)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	0(%0)	2(%20)	7(%70)	0(%0)	1(%10)	0(%0)	10(%100)
Constic	Frez	Yok	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	3(%30)	7(%70)	10(%100)
		SE Bond	2(%20)	4(%40)	2(%20)	2(%20)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	1(%10)	5(%50)	4(%40)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
	Lazer Etch	Yok	0(%0)	0(%0)	1(%10)	1(%10)	3(%30)	5(%50)	10(%100)
		SE Bond	0(%0)	5(%50)	4(%40)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	0(%0)	2(%20)	6(%60)	2(%20)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
Fusio Liquid Dentin	Frez	Yok	0(%0)	0(%0)	0(%0)	2(%20)	4(%40)	4(%40)	10(%100)
		SE Bond	0(%0)	6(%60)	4(%40)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	1(%10)	3(%30)	5(%50)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
	Lazer Etch	Yok	0(%0)	0(%0)	4(%40)	2(%20)	0(%0)	4(%40)	10(%100)
		SE Bond	0(%0)	6(%60)	3(%30)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	0(%0)	4(%40)	4(%40)	0(%0)	2(%20)	0(%0)	10(%100)
Ultimate Flow	Frez	SE Bond	1(%10)	3(%30)	5(%50)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	0(%0)	8(%80)	2(%20)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
	Lazer Etch	SE Bond	0(%0)	3(%30)	5(%50)	2(%20)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	0(%0)	5(%50)	4(%40)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)

3.3.2. Okluzal Kenara Ait Mikrosızıntı Bulguları

Farklı kompozitlerin okluzal kenardaki mikrosızıntı değerleri Kruskal Wallis testi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.12.)

Kompozitlerin okluzal kenardaki mikrosızıntıları karşılaştırıldığında en az mikrosızıntı Ultimate Flow (Kontrol) grubunda gözlenirken, Ultimate Flow grubuyla Fusio Liquid Dentin, Vertise Flow ve Constic grupları arasında farklılık bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.12.).

Çizelge 3.12. Farklı kompozitlerin okluzal kenarında mikrosızıntı testi değerlendirme sonuçlarının, ortalama, min ve max değerleri.

Kompozitler	Ortalama değer(ortalanca)	Min	Max	
Vertise Flow	1,9	0	4	a
Constic	1,8	0	4	a
Fusio Liquid Dentin	1,5	0	5	a
Ultimate Flow(Kontrol)	0,8	0	3	b

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Mann-Whitney U testine göre istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 3.12.).

Farklı preperasyon yöntemlerinin okluzal kenar mikrosızıntıları Mann-Whitney U testi uygulanarak karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.13).

Çizelge 3.13. Farklı preperasyon yöntemlerinin okluzal kenarında mikrosızıntı testi değerlendirme sonuçlarının, ortanca, min ve max değerleri.

Preperasyon Yöntem	Ortalama değer(ortanca)	Min	Max	
Frez	1,5	0	4	a
Lazer Etching	1,6	0	5	a

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Mann-Whitney U testine göre istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 3.13.).

Adeziv sistemler arası okluzal kenar mikrosızıntı değerleri Kruskal Wallis One Way Anova testi ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.14.).

Adeziv sistemlerin okluzal kenarları arasında yapılan değerlendirmede, herhangi bir adeziv sistem olmadan uygulanan self-adeziv kompozitler istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0,05$), self-etch ve total-etch adeziv uygulanan gruplardan daha yüksek mikrosızıntı değerleri gösterdi. Self-etch ve total-etch adeziv sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$) (Çizelge 3.14.).

Çizelge 3.14. Farklı adeziv sistemlerin okluzal kenarında mikrosızıntı testi değerlendirme sonuçlarının, ortanca, min ve max değerleri.

Adeziv Sistem	Ortalama değer(ortanca)	Min	Max	
Adeziv yok	2,8	1	5	b
Self-etch	1,1	0	3	a
Total-etch	1,1	0	3	a

Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Mann-Whitney U testine göre istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 3.14.).

Grupların okluzal kenarları arasındaki mikrosızıntı değerleri Bonferroni düzeltilmeli Mann-Whitney U testi uygulanarak değerlendirildi.

En az mikrosızıntı Frez+OptiBond FL+Ultimate Flow grubunda, en fazla mikrosızıntı ise Frez+Constic grubunda gözlendi (Çizelge 3.15.).

Çizelge 3.15. Grupların okluzal kenarına ait mikrosızıntı sonuçlarının, ortanca, min ve max değerleri.

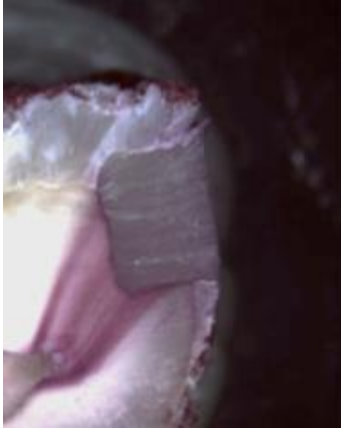
Kompozit	Yöntem	Bonding	Ortanca	Min	Max		Grup
Vertise Flow	Frez	Yok	3,5	3	4	a	1
		SE Bond	1,3	1	2	b	2
		OptiBond FL	1,3	0	2	cb	3
	Lazer Etch	Yok	2,4	1	4	ab	4
		SE Bond	1,5	0	3	db	5
		OptiBond FL	1,4	0	3	eb	6
Constic	Frez	Yok	3,7	3	4	f	7
		SE Bond	0,9	0	3	gh	8
		OptiBond FL	1,2	1	2	h	9
	Lazer Etch	Yok	2,5	2	3	fg	10
		SE Bond	1,4	1	2	igh	11
		OptiBond FL	1,3	0	3	jgh	12
Fusio Liquid Dentin	Frez	Yok	1,9	0	3	k	13
		SE Bond	0,8	0	1	k	14
		OptiBond FL	0,9	0	1	k	15
	Lazer Etch	Yok	3,1	1	5	k	16
		SE Bond	1,2	0	3	k	17
		OptiBond FL	1,4	0	3	k	18
Ultimate Flow	Frez	SE Bond	0,8	0	3	1	19
		OptiBond FL	0,7	1	0	1	20
	Lazer Etch	SE Bond	1	0	2	1	21
		OptiBond FL	0,9	0	2	1	22

Harflendirme her bir kompozitin kendi grupları arasında yapılmıştır. Aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testine göre istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,0002$)(Çizelge 3.15.).

Çizelge 3.16. Grupların okluzal kenarına ait mikrosızıntı skorlarının tüm gruplardaki yüzdelik dağılımı.

Kompozitler	Yöntem	Bonding	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5	Toplam
Vertise Flow	Frez	Yok	0(%0)	0(%0)	0(%0)	5(%50)	5(%50)	0(%0)	10(%100)
		SE Bond	0(%0)	7(%70)	3(%30)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	2(%20)	3(%30)	5(%50)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
	Lazer Etch	Yok	0(%0)	1(%10)	5(%50)	3(%30)	1(%10)	0(%0)	10(%100)
		SE Bond	1(%10)	4(%40)	4(%40)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	1(%10)	6(%60)	1(%10)	2(%20)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
Constic	Frez	Yok	0(%0)	0(%0)	0(%0)	3(%30)	7(%70)	0(%0)	10(%100)
		SE Bond	4(%40)	4(%40)	1(%10)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	0(%0)	8(%80)	2(%20)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
	Lazer Etch	Yok	0(%0)	5(%50)	5(%50)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		SE Bond	0(%0)	6(%60)	4(%40)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	1(%10)	6(%60)	2(%20)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
Fusio Liquid Dentin	Frez	Yok	3(%30)	5(%50)	2(%20)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		SE Bond	2(%20)	8(%80)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	1(%10)	9(%90)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
	Lazer Etch	Yok	0(%0)	2(%20)	3(%30)	1(%10)	0(%0)	4(%40)	10(%100)
		SE Bond	1(%10)	7(%70)	1(%10)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	2(%20)	3(%30)	4(%40)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
Ultimate Flow	Frez	SE Bond	5(%50)	3(%30)	1(%10)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	3(%30)	7(%70)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
	Lazer Etch	SE Bond	2(%20)	6(%60)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)
		OptiBond FL	2(%20)	7(%70)	1(%10)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	10(%100)

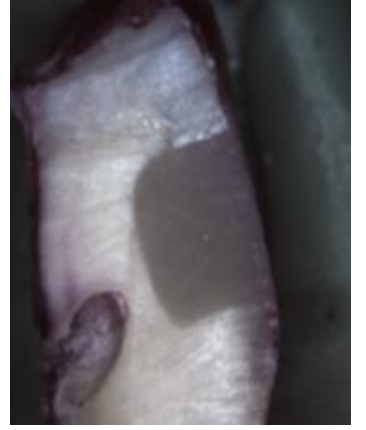
3.3.3.Mikrosızıntı skorlarına ait resimler:



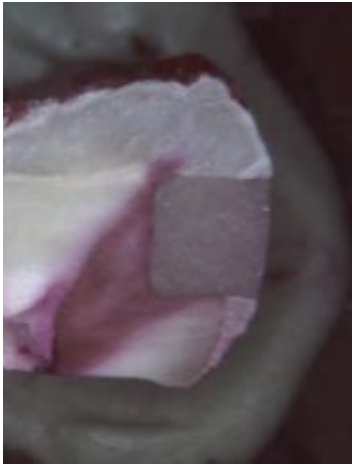
Şekil:3.6.F: VF
Gingival:5
Okluzal:3



Şekil:3.7.F: VF+SE
Bond
Gingival: 2
Okluzal:1



Şekil:3.8.F:
VF+Optibond FL
Gingival: 2
Okluzal:0



Şekil:3.9.F: Constic
Gingival:5
Okluzal:3



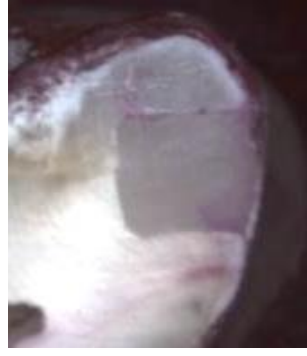
Şekil:3.10.F:
Constic+SE Bond
Gingival:0
Okluzal:0



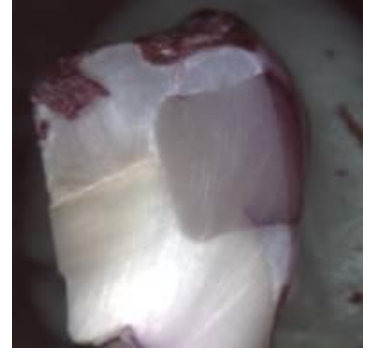
Şekil:3.11.F:
Constic+Optibond FL
Gingival:0
Okluzal:0



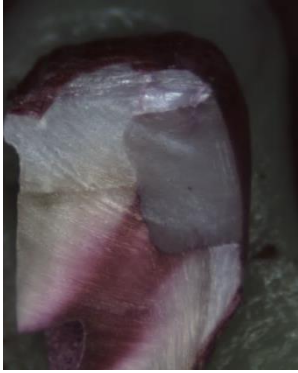
Şekil:3.12.F: FLD
Gingival:5
Okluzal:2



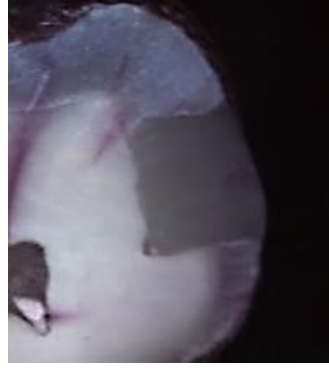
Şekil:3.13.F:FLD+SE
Bond
Gingival:2
Okluzal:2



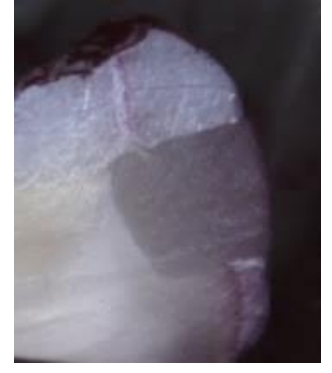
Şekil:3.14.F:
FLD+Optibond FL
Gingival:1
Okluzal:0



Şekil:3.15.L: VF
Gingival:5
Okluzal:3



Şekil:3.16.L: VF+SE
Bond
Gingival:1
Okluzal:2



Şekil:3.17.L:
VF+Optibond FL
Gingival:1
Okluzal:0



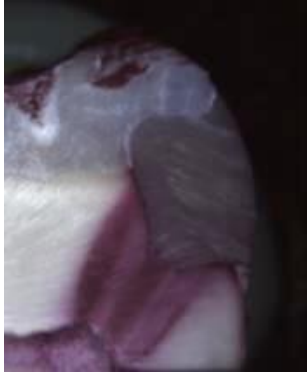
Şekil:3.18.L: Constic
Gingival:5
Okluzal:2



Şekil:3.19.L: Constic+SE
Bond
Gingival:1
Okluzal:1



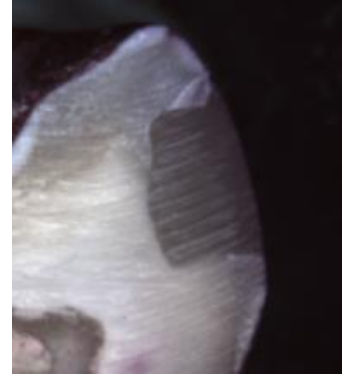
Şekil:3.20.L:
Constic+Optibond FL
Gingival:1
Okluzal:0



Şekil:3.21.L: FLD
Gingival:4
Okluzal:0



Şekil:3.22.L: FLD+SE
Bond
Gingival:1
Okluzal:1



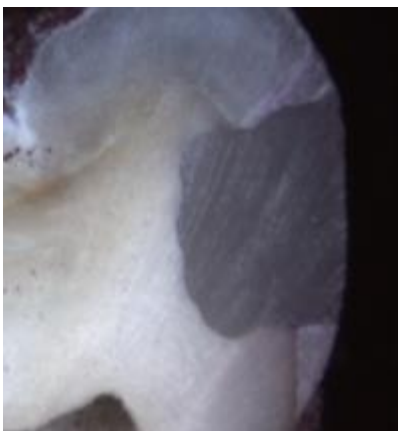
Şekil:3.23.L:
FLD+Optibond FL
Gingival:0
Okluzal:0



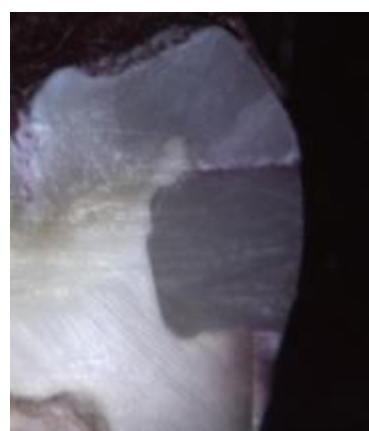
Şekil:3.24.F: Ultimate+SE
Bond
Gingival:1
Okluzal:0



Şekil:3.25.L:
Ultimate+Optibond FL
Gingival:0
Okluzal:0

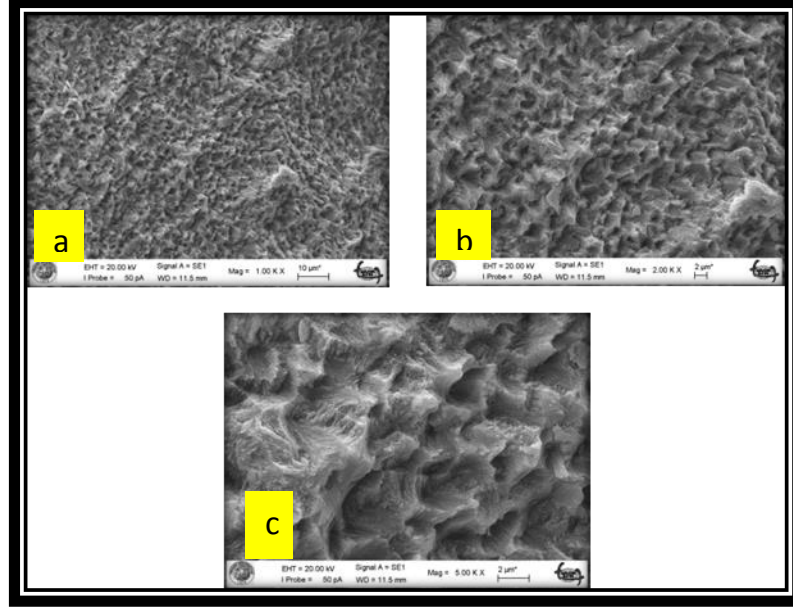


Şekil:3.26.L: Ultimate+SE
Bond
Gingival:0
Okluzal:0



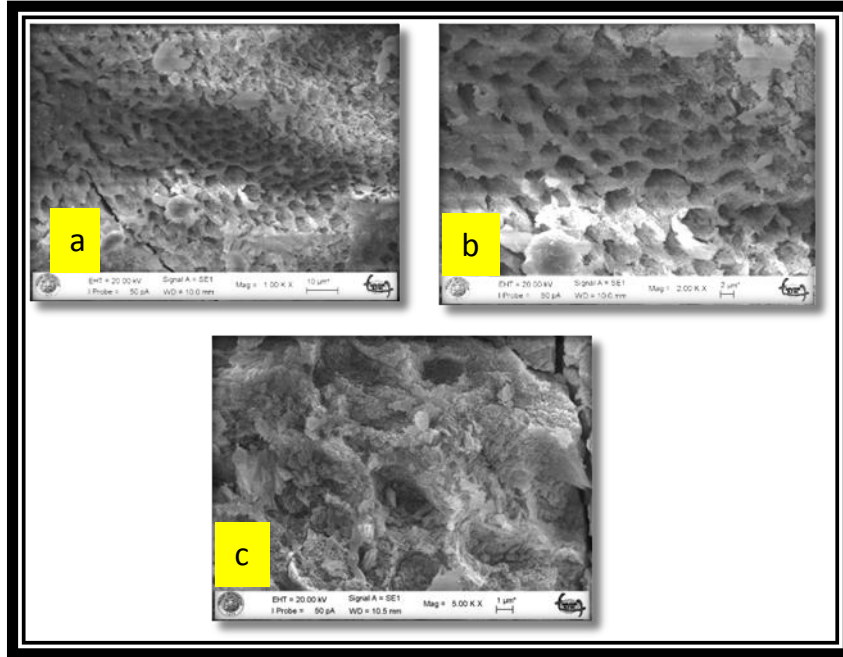
Şekil:3.27.L:
Ultimate+Optibond FL
Gingival:1
Okluzal:1

3.4. SEM Analiz Bulguları

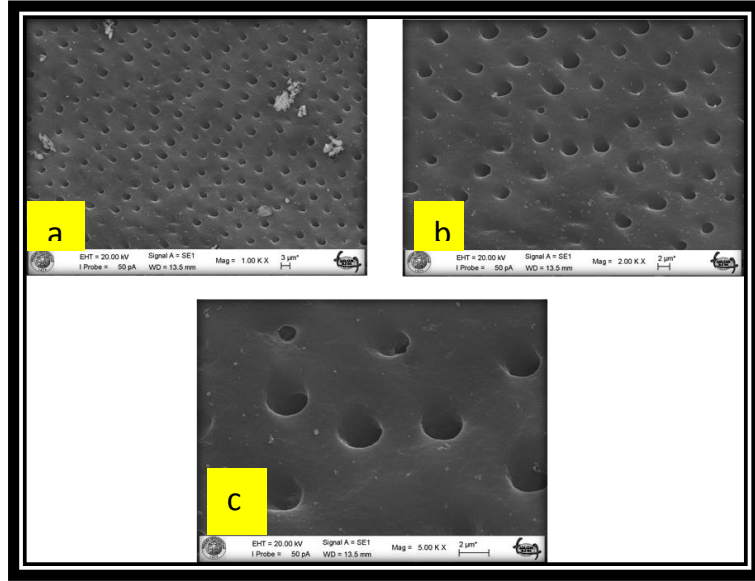


Resim 3.28. Frezle Preperasyonun ardından asit etching uygulanmış mine yüzeyi (a) 1000 X, (b) 2000 X, (c) 5000 X Büyütme.

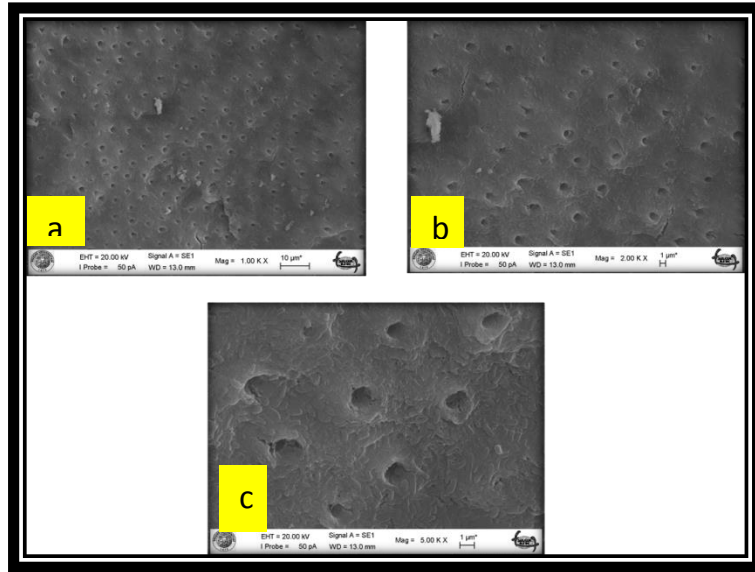
Tip 1 asitleme görüntüsü izlenmektedir.



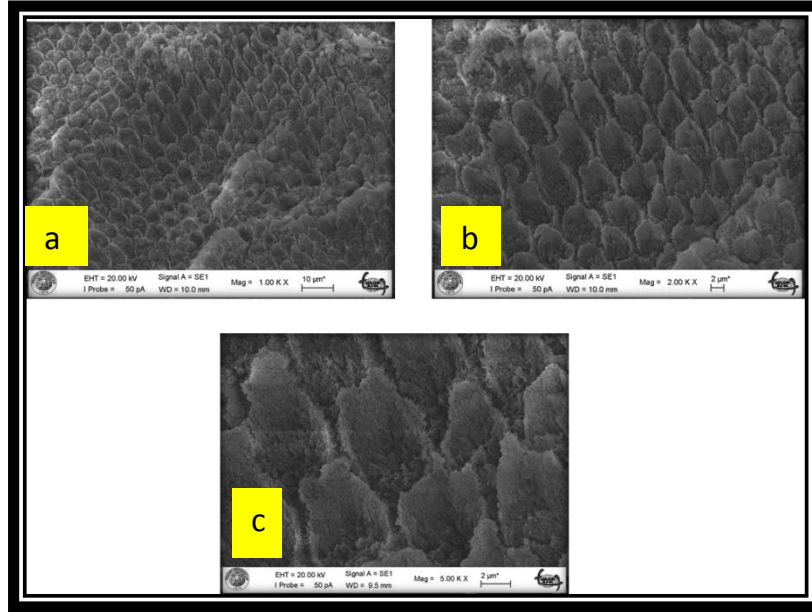
Resim 3.29. Frezle Preperasyonun ardından lazer etching uygulanmış mine yüzeyi (a) 1000 X, (b) 2000 X, (c) 5000 X Büyütme). Mine yüzeyinde çatlaklar dikkati çekmektedir. Tip 3 asitleme görüntüsü vardır. Hem prizma korlarından hem de çeperlerinden çözünme olmuştur. Yer yer farklı çözümler izlenmektedir.



Resim 3.30. Frezle Preperasyonun ardından asit etching uygulanmış dentin yüzeyi (a) 1000 X, (b) 2000 X, (c) 5000 X Büyütme.
Açık dentin tübülleri izlenmektedir.

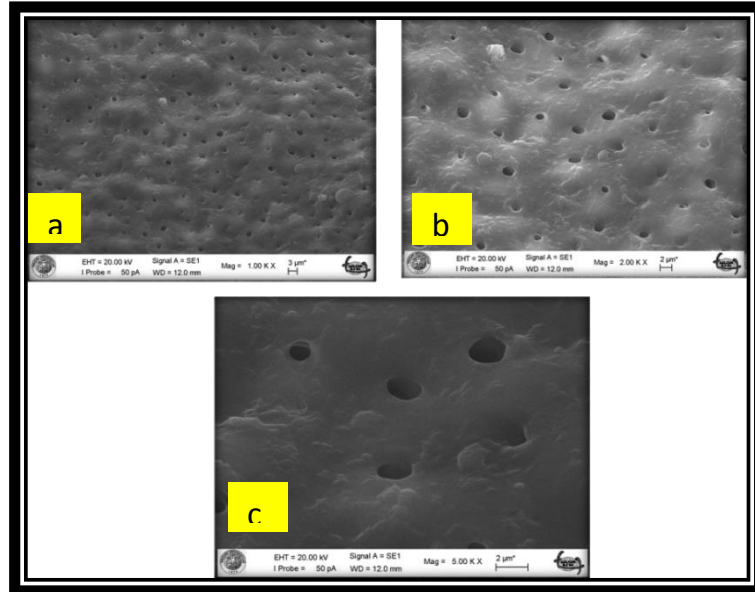


Resim 3.31. Frezle Preperasyonun ardından lazer etching uygulanmış dentin yüzeyi (a) 1000 X, (b) 2000 X, (c) 5000 X Büyütme.
Açık dentin tübülleri izlenmektedir. Dentin yüzeyinde ara ara çatlaklar gözlenmektedir.



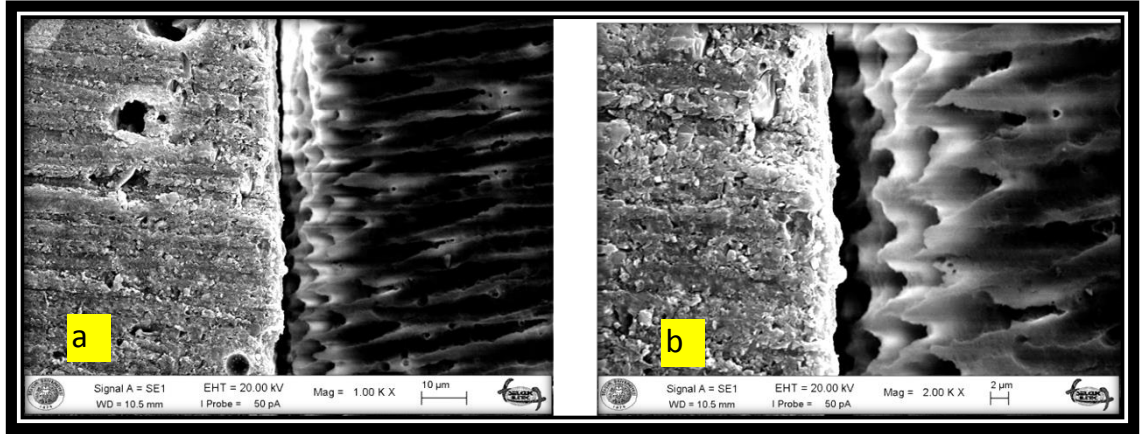
Resim 3.32. Frezle Preperasyonun ardından lazer etching uygulanmış, ardından asit etching yapılmış mine yüzeyi (a) 1000 X, (b) 2000 X, (c) 5000 X Büyütme.

Tip 1 asitleme görüntüsü vardır. Çoğunlukla prizma korlarından çözünme olmuştur. Yer yer farklı çözümler izlenmektedir.

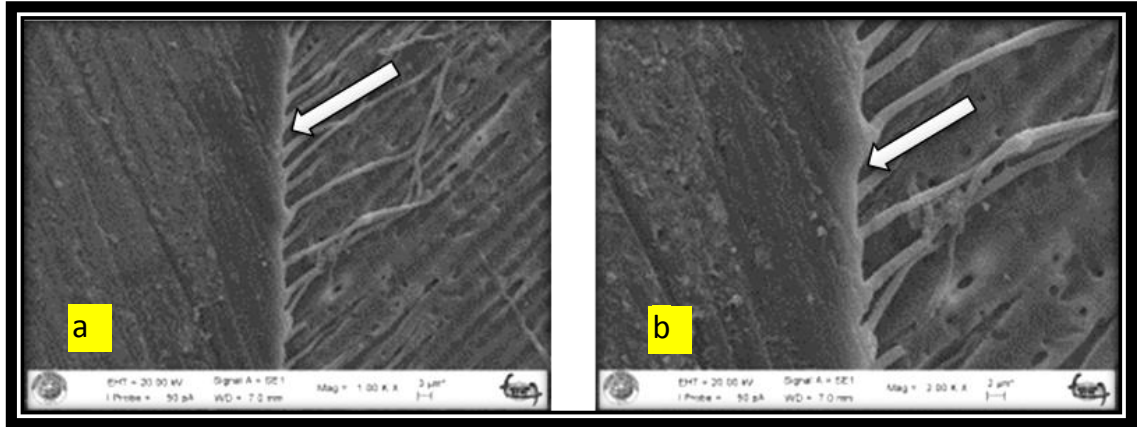


Resim 3.33. Frezle Preperasyonun ardından lazer etching uygulanmış, ardından asit etching yapılmış dentin yüzeyi (a) 1000 X, (b) 2000 X, (c) 5000 X Büyütme.

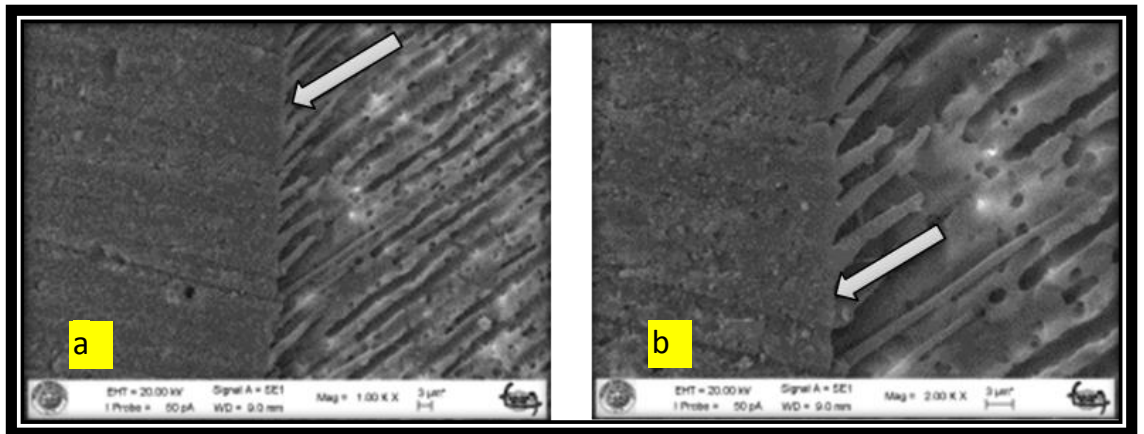
Dentin yüzeyinde tübüller net olarak izlenmektedir. Lazer etchingin etkisiyle yüzeyde yer yer düzensizlikler dikkati çekmektedir.



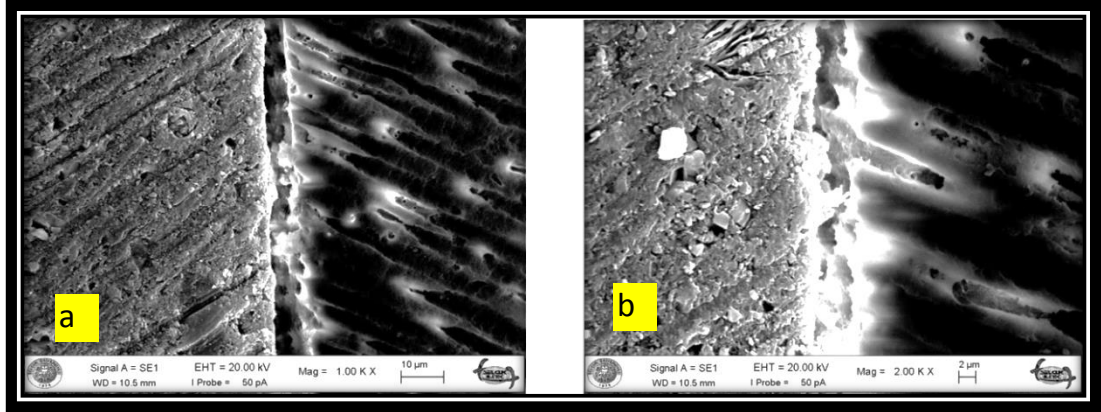
Resim 3.34. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra Vertise Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri,(a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, aralanmalar mevcut olup, rezin tag uzantıları izlenmemektedir.



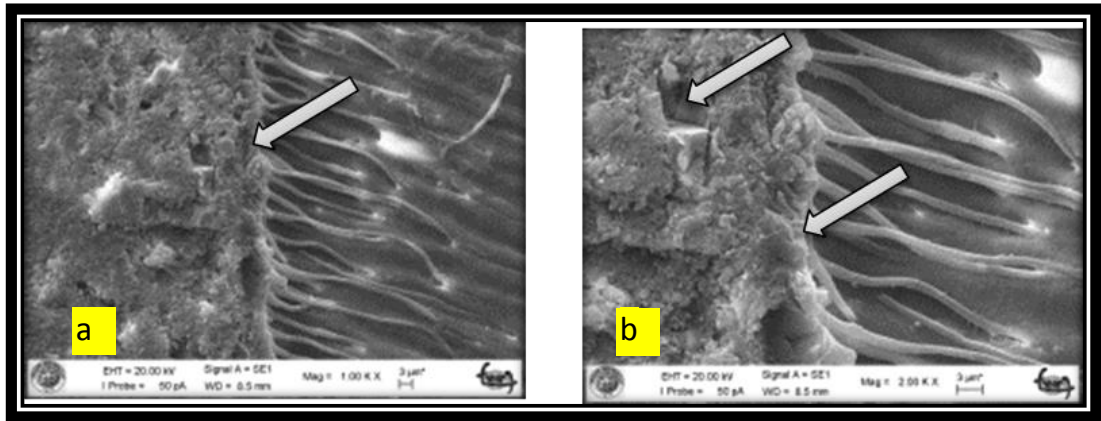
Resim 3.35. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra SE Bond + Vertise Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde hibrit tabakası benzeri bir yapı ve çok sayıda rezin uzantılar gözlenmektedir.



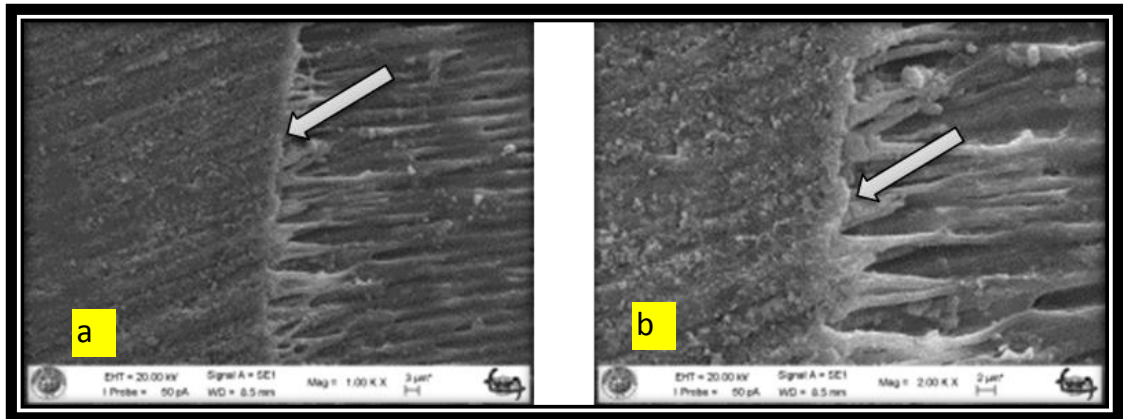
Resim 3.36. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra OptiBond FL + Vertise Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri bir yapı ve çok sayıda rezin uzantılar gözlenmektedir.



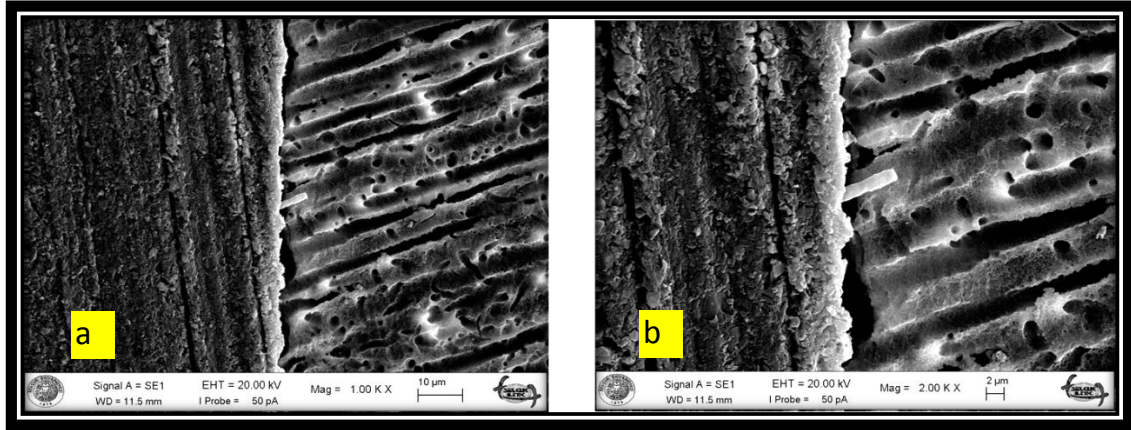
Resim 3.37. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra Constic grubunun bağlantı arayüz görüntüleri, (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, yer yer aralanmalar mevcut olup nadir olarak resin tag gözlenmektedir.



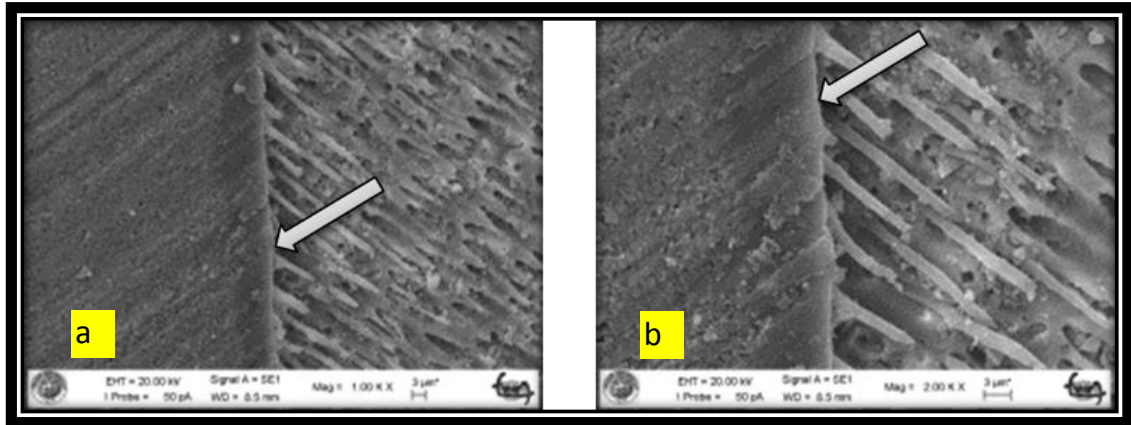
Resim 3.38. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra SE Bond+ Constic grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri bir yapı ve çok sayıda uzun resin uzantıları gözlenmektedir. Kompozitin içerisindeki doldurucular da okla gösterilmiştir.



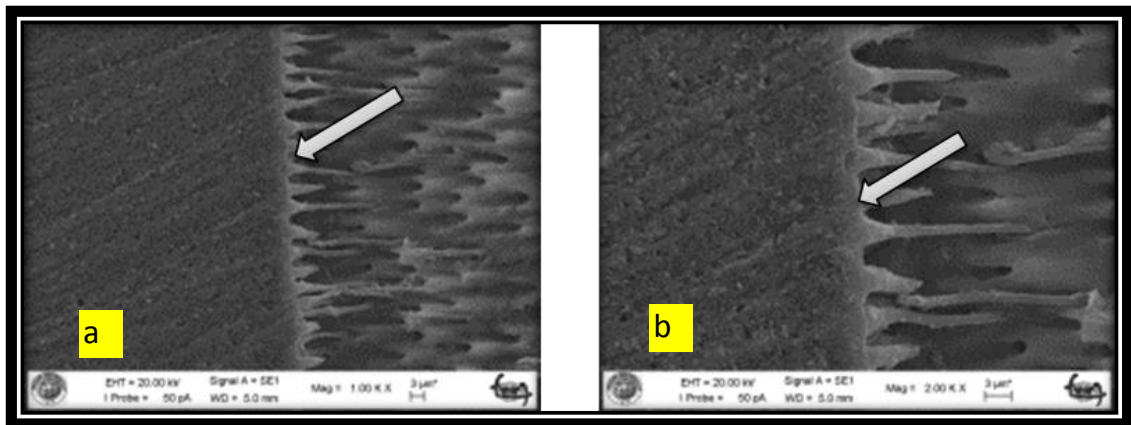
Resim 3.39. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra OptiBond FL + Constic grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri bir yapı ve çok sayıda resin uzantıları gözlenmektedir.



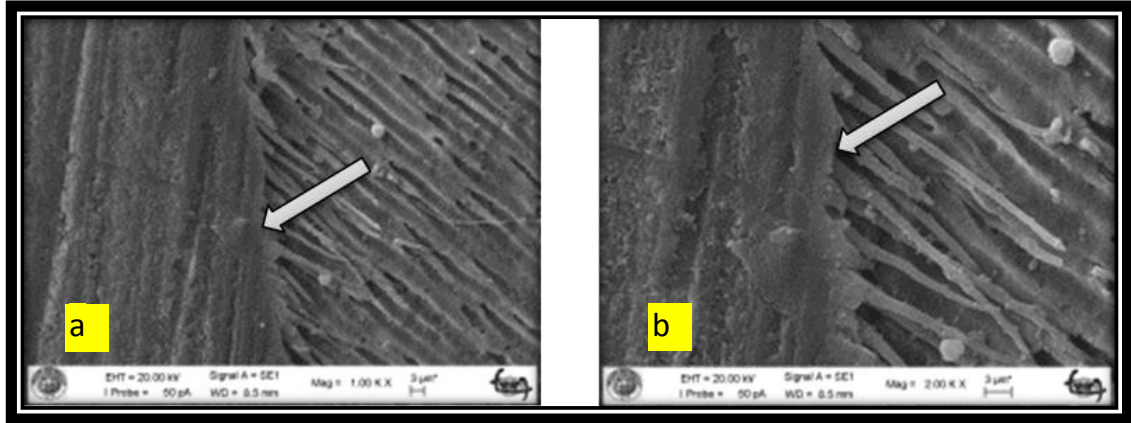
Resim 3.40. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra Fusio Liquid Dentin grubunun bağlantı arayüz görüntüleri, (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, aralanmalar mevcut olup, çok nadir resin taglar izlenmektedir.



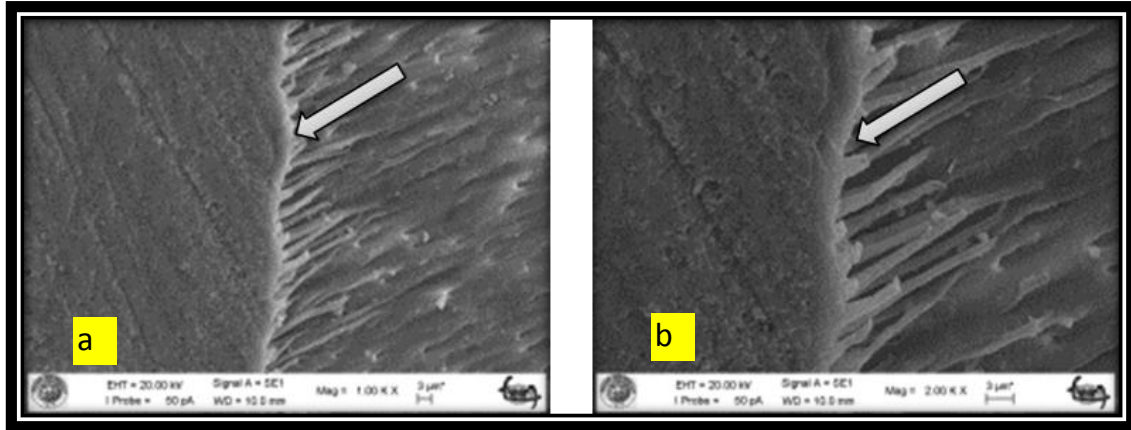
Resim 3.41. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra SE Bond+Fusio Liquid Dentin grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri bir yapı ve çok sayıda resin uzantılar gözlenmektedir.



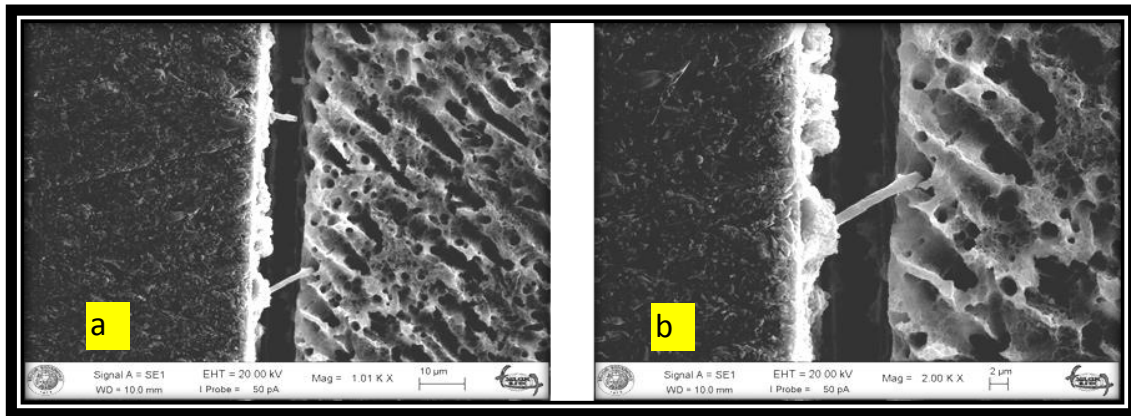
Resim 3.42. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra OptiBond FL+Fusio Liquid Dentin grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince, düzenli bir hibrit tabakası benzeri yapı ve çok sayıda kalın, kısa resin uzantılar ve açık dentin tübülleri gözlenmektedir.



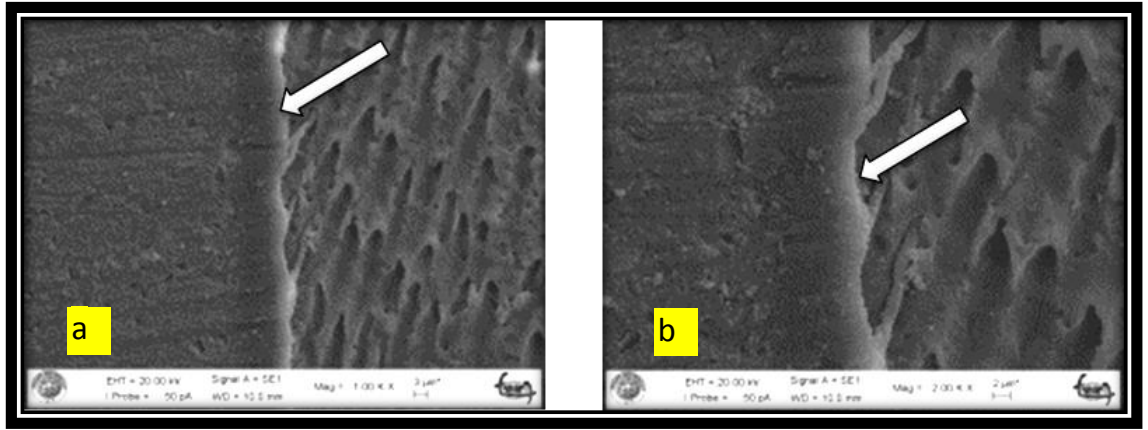
Resim 3.43. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra SE Bond+Ultimate Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri yapı ve çok sayıda rezin uzantılar gözlenmektedir.



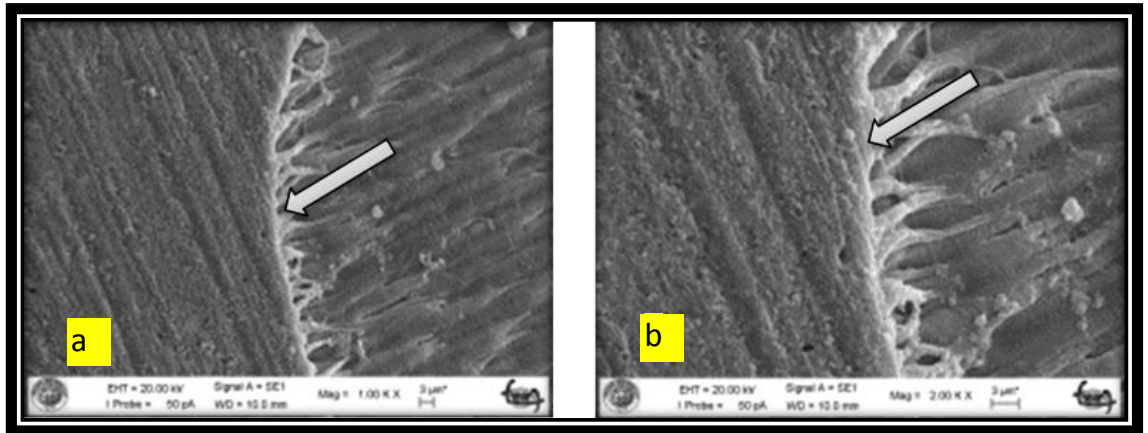
Resim 3.44. Çürük, çelik frezle uzaklaştırıldıktan sonra OptiBond FL +Ultimate Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde kalın bir hibrit tabakası benzeri yapı ve çok sayıda rezin uzantılar gözlenmektedir.



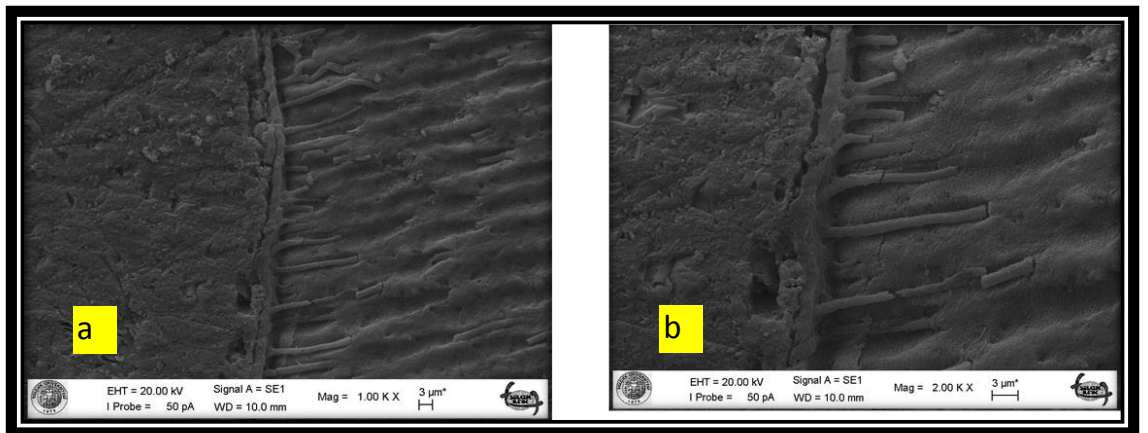
Resim 3.45. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra Vertise Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri, (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ara yüz bölgesinde aralanma mevcut, çok az sayıda rezin tag izlenebilmektedir.



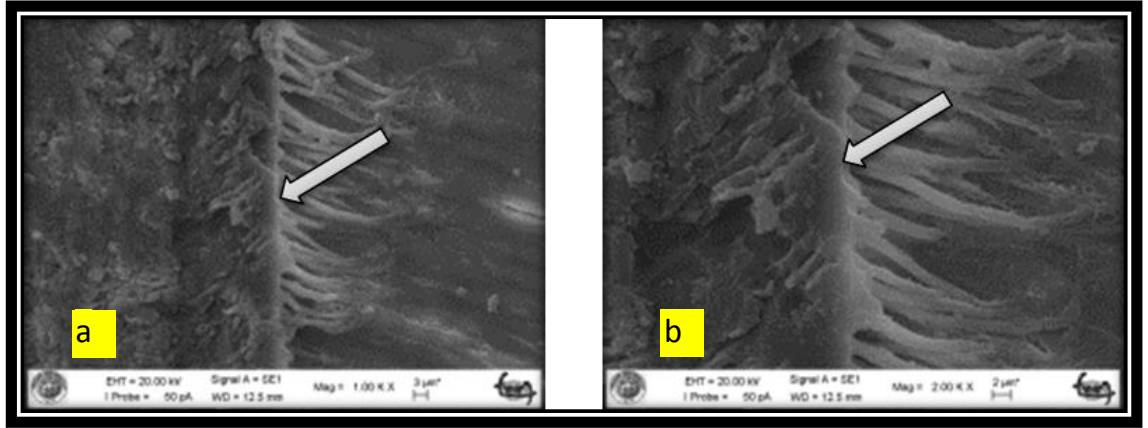
Resim 3.46. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra SE Bond+ Vertise Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri yapı, az sayıda resin uzantılar ve açık dentin tübülleri gözlenmektedir.



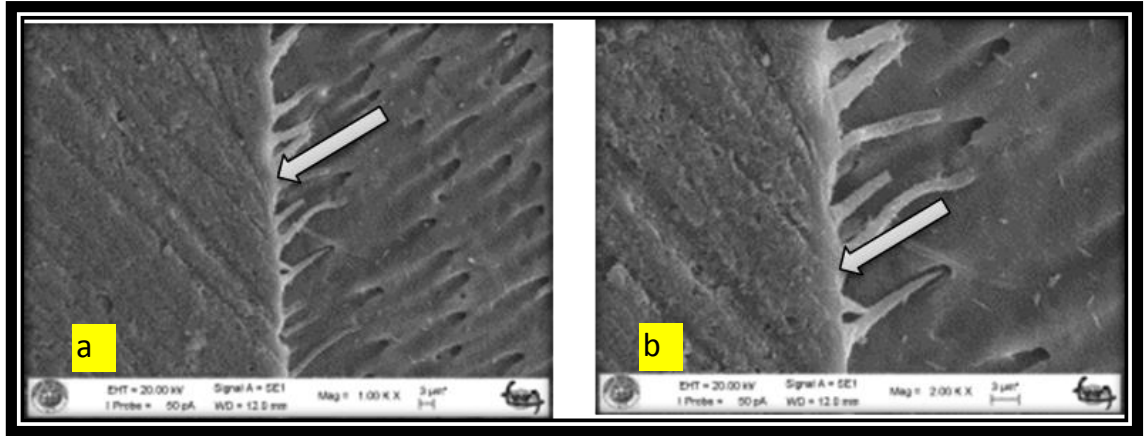
Resim 3.47. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra OptiBond FL+ Vertise Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri yapı ve resin uzantılar gözlenmektedir.



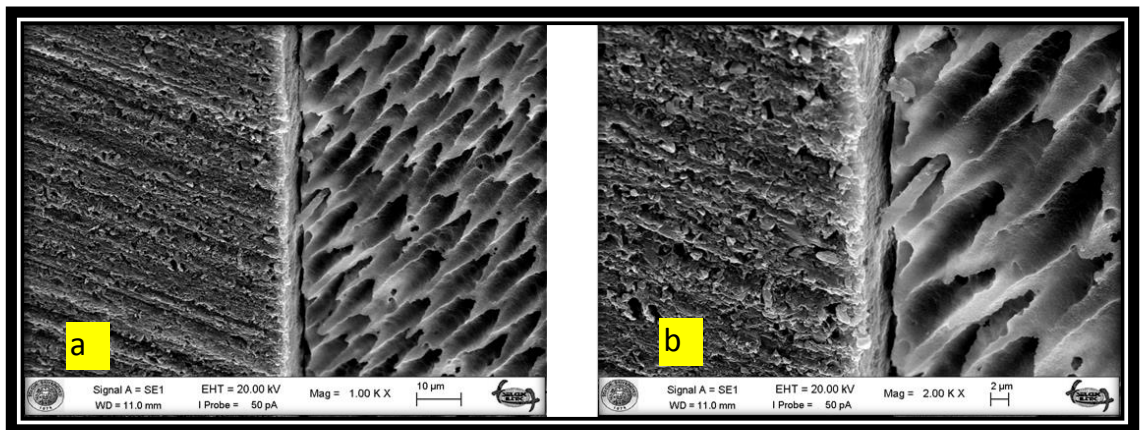
Resim 3.48. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra Constic grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, hibrit tabakası gözlenememekte, az sayıda resin uzantılar, yer yer ayrılmalar ve düzensizlikler gözlenmektedir.



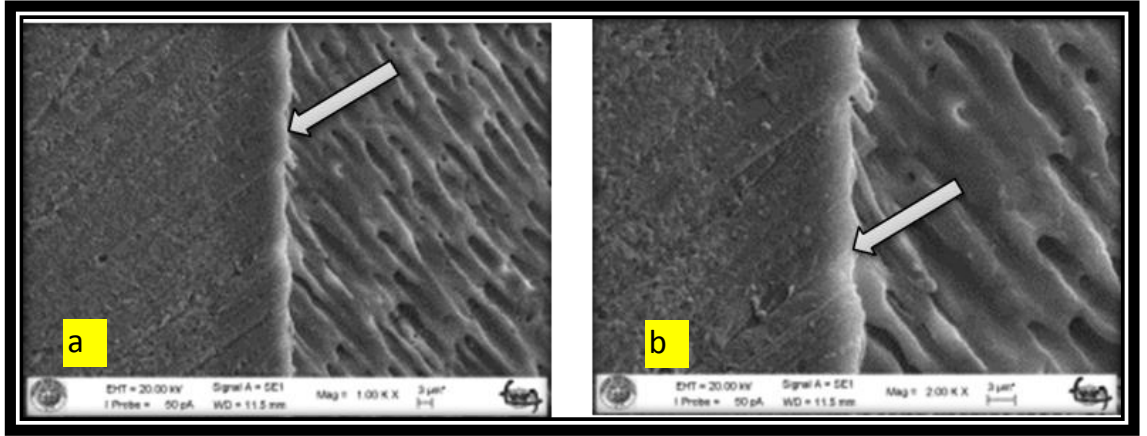
Resim 3.49. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra SE Bond+ Constic grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince hibrit tabakası benzeri bir yapı gözlenmekte, çok sayıda rezin uzantılar gözlenmektedir.



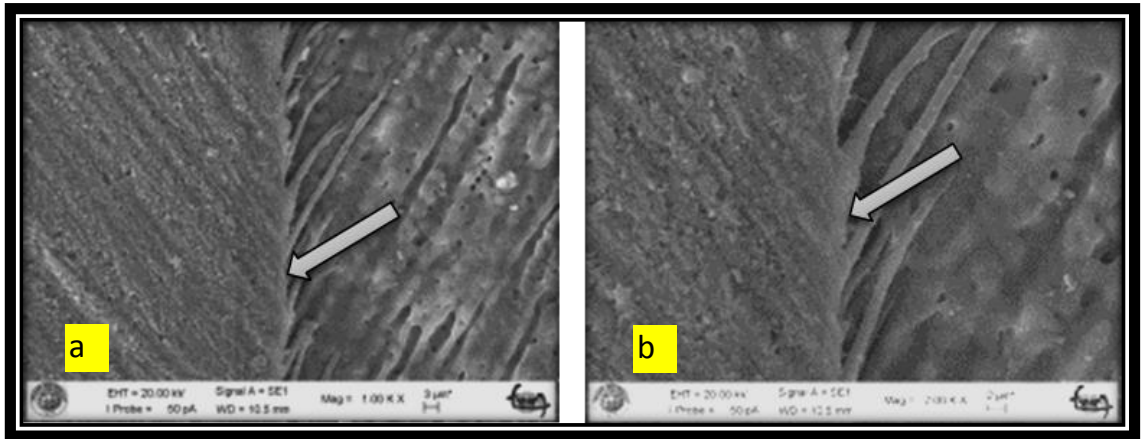
Resim 3.50. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra OptiBond FL + Constic grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince hibrit tabakası benzeri bir yapı gözlenmekte, rezin uzantılarve açık dentin tübülleri gözlenmektedir.



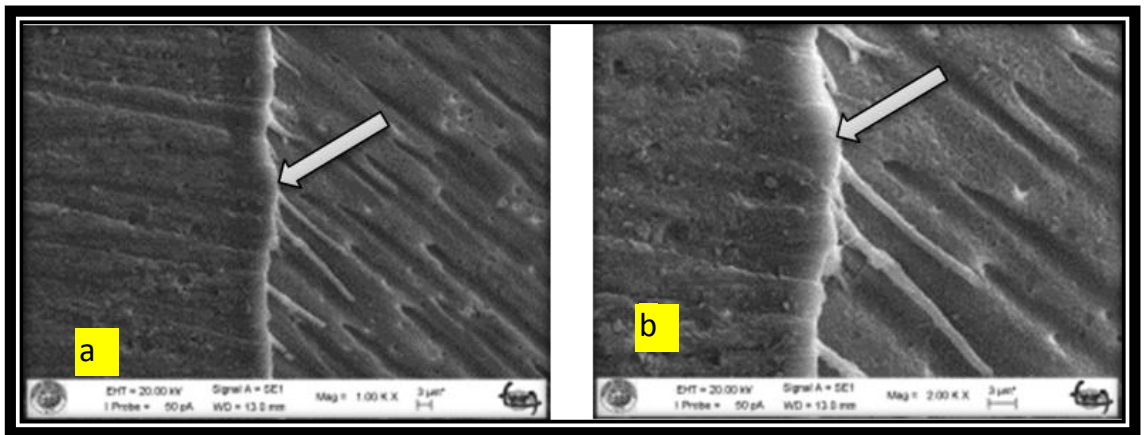
Resim 3.51. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra Fusio Liquid Dentin grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, hibrit tabakası benzeri bir yapı gözlenmemektedir. Çok nadir olarak rezin taglara rastlanmaktadır.



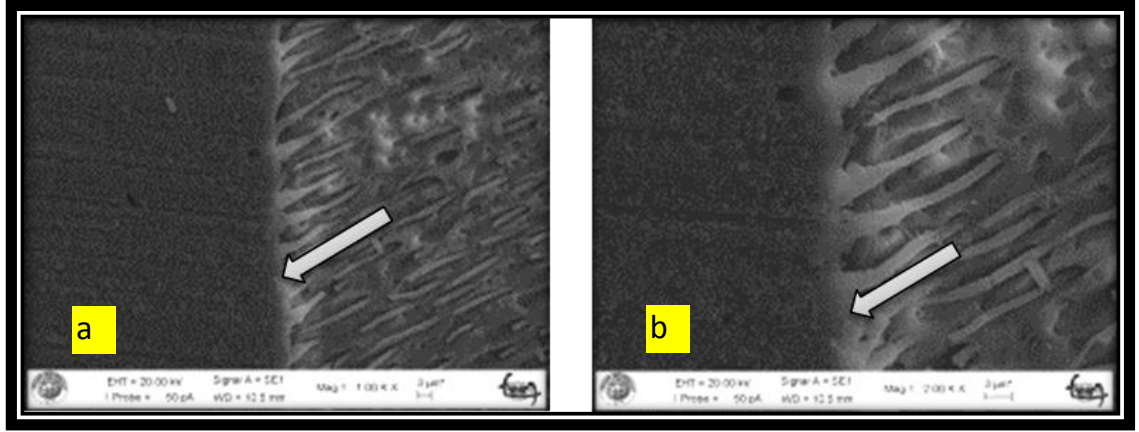
Resim 3.52. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra SE Bond+Fusio Liquid Dentin grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri yapı ve çok az sayıda rezin uzantılar gözlenmektedir.



Resim 3.53. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra OptiBond FL+Fusio Liquid Dentin grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri yapı ve rezin uzantılar gözlenmektedir.



Resim 3.54. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra SE Bond+Ultimate Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri yapı ve rezin uzantılar gözlenmektedir.



Resim 3.55. Çürük, ER:YAG Lazerle uzaklaştırıldıktan sonra OptiBond FL+Ultimate Flow grubunun bağlantı arayüz görüntüleri; (a) 1000 X, (b) 2000 X Büyütme, ok ile gösterilen yerde ince bir hibrit tabakası benzeri yapı ve resin uzantılar gözlenmektedir.

4.TARTIŞMA

Bu tez çalışması sonucunda; self-adeziv kompozitlerin adeziv sistemlerle beraber uygulanan geleneksel akıcı kompozitlerden daha düşük bağlanma dayanımı ve daha yüksek mikrosızıntı göstereceği yönündeki hipotezimiz ve frezle temizlenmiş dentine bağlanma dayanımının lazerle temizlenmiş dentine bağlanma dayanımından daha yüksek olacağı yönündeki hipotezimiz kabul edildi.

Adeziv diş hekimliğinde son yıllarda rezin esaslı materyallerin kullanımı oldukça artmıştır. Kullanılan bu materyallerin dişe olan bağlantısı, adeziv rezinlerle arttırılmaya çalışılmaktadır. Klinikte adeziv sistem uygulanarak harcanan zamanı ortadan kaldırmak ve yapılan işlemleri daha basit hale getirebilmek için self-adeziv kompozitler geliştirilmiştir. Bu geliştirilen kompozitlerle hastanın koltukta geçirdiği süreyi azalmak ve uygulama prosedürlerinden kaynaklanan problemleri en aza indirmek amaçlanmıştır (Vichi ve ark 2013).

Adeziv dişhekimliğinde yeni geliştirilen restoratif materyallerin özelliklerini değerlendirmek için en verimli yöntem klinik çalışmalardır. Fakat klinik çalışmalar uzun sürmesi ve zor olması gibi bazı dezavantajlara sahiptirler. Bu nedenle materyallerin yapılan restorasyona olan etkisi laboratuvar şartlarında değerlendirilebilir. Bu laboratuvar testlerinin klinik çalışmalara göre maliyetinin az olması, araştırma süresinin kısa olması ve çok fazla çalışan personele ihtiyaç duyulmaması gibi avantajları mevcuttur. Bu nedenlerden dolayı in vitro çalışmalar tercih edilmektedir (West ve ark 2011). Geliştirilen materyallerin başlangıç değerlendirilmesine katkıda bulunsa da tam ve doğru bir değerlendirme için in vitro çalışmalara ilaveten uzun dönem klinik çalışmalara ihtiyaç vardır (Öztürk 2002). Mason ve ark (1996), dört adet dentin adeziv sistemin bağlanma dayanım değerlerini in vivo ve in vitro koşullarda hazırlanan örneklerde karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda klinik ve laboratuvar sonuçları arasında belirgin fark olmadığını ve in vitro testlerin güvenilir sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma, standardizasyonu sağlamanın daha kolay olması ve daha kısa sürede sonuç alınabilmesi nedeni ile in vitro olarak planlanmıştır.

4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi

Minimal invaziv yaklaşımlarda son dönemlerde küçük kaviteilerin restorasyonunda akıcı kıvamları ve kullanım kolaylıklarından dolayı akıcı kompozitler tercih edilmektedir. 1996 yılının sonuna doğru geliştirilen akıcı kompozitlerin kullanım alanı giderek genişlemiştir. Bu akıcı kompozitlerin klinik kullanım kolaylığı sağlayan iki önemli özelliğinden birisi enjekte edilebilen akıcı kıvamı, diğeri ise kaviteyle uyumlu adaptasyonudur (Bayne ve ark 1998). Klinikte adeziv sistemlerin kullanımından kaynaklanan vakit kaybını önlemek ve bu uygulamaların teknik hassasiyetine bağlı oluşabilecek problemleri ortadan kaldırmak için self-adeziv kompozitler üretilmiştir. Çalışmamızda bu yeni geliştirilen self-adeziv akıcı kompozitlerin klinikte kullanmakta olduğumuz geleneksel akıcı bir kompozitle makaslama bağlanma dayanımı değerleri ve mikrosızıntıları kıyaslanmıştır. İlk üretilen self-adeziv kompozit Kerr Vertise Flow'dur. Üretici firmaya göre bu kompozit, içeriğindeki asidik monomerler vasıtasıyla herhangi bir adeziv sistem kullanımına gerek kalmadan diş yapısıyla bağlanabilmektedirler (Yazıcı ve ark 2013).

Adeziv dişhekimliğinde diş sert dokularının hazırlık aşaması restorasyonun başarisında önemlidir. Geleneksel döner aletlerin kavite preperasyonu esnasında kullanımı frezin dişe temasıyla vibrasyona, dişe ısı artışına ve basınç oluşmasına neden olmaktadır. Pulpada ısının artması hücrenel zarara neden olabilmektedir (Searls 1967, Kawahara ve Yamagami 1970). Enfekte çürük dentin dokusu uzaklaştırılırken kontrolsüz kullanıldığında sağlıklı dentinden de madde kaybına neden olunabileceği ve buna bağlı olarak kalan diş dokusununun zayıflayabileceği ileri sürülmüştür (Banerjee ve ark 2000b). Bununla beraber enfekte çürük doku kaldırılırken geleneksel döner aletler kullanıldığında remineralize olabilecek iç tabaka çok net ayırt edilemeyebilir. Sonuçta ya enfekte dentin tam olarak uzaklaştırılamayabilir ya da sağlam dentinden fazla madde kaybına neden olunabilir (Dammachke ve ark 2002). Çelik frez kullanılarak çürük temizlendiğinde diğer yöntemlere kıyasla oluşan smear tabakasının daha kalın olduğu ve dentin kanallarını tıkadığı, tübüllere sıkıca bağlanıp kolaylıkla uzaklaştırılmadığı iddia edilmektedir (Banerjee ve ark 2000c, Sattabanasuk ve ark 2006).

Günümüzde geleneksel sistem olan frez ile kavite hazırlığına alternatif olarak lazer sistemler kullanılabilmektedir (Armengol ve ark 1999, Ceballos ve ark 2001, Bertrand ve ark 2006).

Lazer sistemlerinin başında 1997'den beri güvenle kullanılan Erbium:Yttrium-Aluminum-Garnet (Er:YAG) lazer uygulamaları gelmektedir (Cardoso ve ark 2008). Er:YAG lazerler, döner aletlerden daha yavaş olmalarına rağmen pulpada termal zarar oluşturmadan, çürük lezyonlarını kaldırılabilir ve kavite preparasyonu yapılabilirler (Trajtenberg ve ark 2004, Souza-Zaroni ve ark 2008). Bizim çalışmamızda enfekte çürük dentin dokusunu uzaklaştırmak için geleneksel yöntem olan frez ve Er:YAG lazer olmak üzere iki farklı yöntem uygulanmıştır.

Geliştirilen adeziv materyallerin diş sert dokularına bağlanma dayanım kuvvetlerini belirlerken sıklıkla makaslama ve çekme bağlanma dayanımı testleri kullanılmaktadır. Bu testlerden çekme bağlanma dayanımı testinin uygulanması esnasında makaslama bağlanma testine göre daha fazla teknik hassasiyet gerektirdiği ve uygulamadaki hatalar nedeniyle yanlış bağlanma dayanımı sonuçları verebildiği bildirilmiştir (Pashley ve ark 1995). Makaslama bağlanma dayanımı testi en sık kullanılan ve uygulaması daha kolay olan bağlanma dayanımı testidir. Ağızdaki farklı kuvvetleri çekme testine göre daha iyi taklit ettiği belirtilmiştir (Leinfelder 2001). Bu nedenle çalışmamızın ilk kısmında, Er:YAG lazer ve döner aletlerle hazırlanmış kavitelere farklı adeziv sistemlerin ve farklı self-adeziv kompozitlerin çürükten etkilenmiş dentine uygulanmasını takiben makaslama bağlanma dayanımı testi ile bağlanma kuvvetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Makaslama bağlanma dayanımı testleriyle ilgili yapılan çalışmalarda restorasyon ile diş dokusu arasındaki bağlantıyı ölçmek için 0.5-5 mm/dk aralığında değişen kuvvetlerin uygulandığı belirtilmiştir (Perinka ve ark 1992, Schreiner ve ark 1998). Bizim çalışmamızda örneklere; Sano ve ark (1994) ve Phrunckanon ve ark (1998)'nin çalışmalarıyla uyumlu olarak 1 mm/dk'lık bir hareketle kuvvet uygulanmış ve restoratif materyallerin diş dokularına bağlanma dayanımı değerleri belirlenmiştir.

Günümüzde diş sert dokularına bağlanma testlerinde kullanılan dişlerin insan ya da sığır dişi olması önerilmektedir. Çekilmiş insan dişlerinin elde edilmesindeki

zorluk ve enfeksiyon açısından risk oluşturmaları bazı araştırmacıları insan dişine kıyasla daha kolay bulunabilen ve boyutça daha büyük olan sığır dişlerinin kullanımına yöneltmiştir (Rueggeberg 1991). Bu görüşün tersi yönünde Mason ve ark (1996) dentindeki farklılıktan dolayı insan dişi kullanmak gerektiğini rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda bağlanma dayanımı ölçümleri, mikrosızıntı ve SEM değerlendirmeleri için literatürdeki birçok çalışma gibi çekilmiş insan molar dişi kullanıldı (Salz ve Bock 2010b, Bektas ve ark 2013).

Kullanılan materyallerin bağlanma dayanımı değerlerinin tespiti için yapılmış olan çalışmalarda istatistiksel olarak anlamlı ve net bir sonuç elde edebilmek adına gruptaki örnek sayılarının en az 7-10 olması gerektiği belirtilmiştir (Brulat ve ark 2008, Lepri ve ark 2008). Bizim çalışmamızda da grup sayısının fazla olması nedeniyle her bir grup için örnek sayısı 10 olarak belirlenmiştir.

Laboratuvar çalışmalarında kullanılacak dişlerin çekiminden çalışmada kullanılacağı zamana kadar ve çalışma aşamalarında dehidrate olmalarının önlenmesi için bir saklama solüsyonunda tutulması gerekmektedir (Tosun ve ark 2005). Dental materyallerin diş dokusuna adezyon testiyle ilgili ISO TR 11450 standartları raporunda (1991), çekilmiş dişlerin; üzerinde kan ve doku artıkları akan su altında temizlendikten sonra distile su içerisinde bekletilmesinin uygun olduğu belirtilmiştir (Winter 2007). Bu nedenle bizim çalışmamızda da kullandığımız dişler, üzerindeki organik debris ve artıkların uzaklaştırılmasının ardından distile su içerisinde saklanmıştır.

Günümüzde kompozit rezinlerin polimerizasyonunda çoğunlukla halojen veya LED ışık cihazları kullanılmaktadır. LED ışık cihazları yaklaşık olarak 480 nm dalga boyunda ışık üretirler. Bu dalga boyundaki ışık, kompozit yapısındaki polimerizasyon başlatıcı Kamforkinon ile uyumlu olduğundan ilave bir filtre kullanımına gerek kalmaz (Hofmann ve ark 2002). Çalışmamızda kullandığımız kompozitlerde de polimerizasyon başlatıcı olarak kamforkinon (470-480 nm) bulunduğu için adeziv rezinlerin ve kompozit rezinlerin polimerizasyonu için LED ışık cihazı tercih edildi.

Adeziv sistemlerin dentine bağlanma dayanımı üzerine etkili faktörlerden birisi de dentinin kimyasal içeriği ve histolojik yapısıdır. Yapılan çalışmalar

genellikle sağlam dentin dokusu üzerindedir (Barkmeier ve ark 1999, Rolla ve ark 2006, Esteves-Oliveira ve ark 2007). Fakat klinikte çoğunlukla sağlam dentinde değil çürükten etkilenmiş dentinde çalışılmaktadır. Çürükten etkilenmiş dentin sklerotik bir yapıya sahiptir. Kollajen fibriller arası boşlukları, kalsiyum karbonat apatit kristalleri ile doludur (Pashley ve Carvalho 1997). Bu yapı farklılığı bağlanma dayanım sonuçlarının da farklı çıkmasına neden olmaktadır. Çürükten etkilenmiş dentinde yapılan bağlanma dayanım çalışmalarında farklı sonuçlar elde edilmiştir (Esteves-Oliveira ve ark 2007, Tachibana ve ark 2008). Bizim çalışmamızda, farklı self-adeziv kompozitler ve farklı adeziv sistemler, iki farklı yöntemle hazırlanmiş çürükten etkilenmiş dentin dokusu üzerine uygulanıp, makaslama bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırılmış ve bu çalışmanın klinik uygulamalara yardımcı olması amaçlanmıştır.

Genellikle, çürükten etkilenmiş dentini ortaya çıkarmak için çürük boyaları kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemle sağlam veya remineralize dentinin de uzaklaştırılabileceği iddia edilmektedir (Hosoya ve ark 2007). Günümüzde çürükten etkilenmiş dentinin tespitinde kullanılan en güncel yöntem Diagnodent sistemidir (Yonemoto ve ark 2006). Çürük tespit boyaları ile Diagnodent karşılaştırıldığında Diagnodent'in rezidüel dentin çürüğünü belirlemede daha başarılı olduğu belirlenmiştir (Iwami ve ark 2004). Çürük uzaklaştırma işlemi Diagnodent ile 11-20 skoru elde edildiğinde bitirilirse, çürüğün iç tabakası olan etkilenmiş dentin tabakasına zarar verilmemiş olacağını bildiren çalışma doğrultusunda bizim çalışmamızda da çürükten etkilenmiş dentinin tespitinde Diagnodent cihazı kullanılmış ve çürük uzaklaştırma işlemine 11-20 skorları elde edilinceye kadar devam edilmiştir (Yonemoto ve ark 2006).

Yapılan labaratuvar çalışmalarında bağlanma dayanımı testi uygulanacak yüzeyde smear tabakasının standardizasyonu için döner aletlerle elmas abrazyivlerin uygulanması veya 320-1200 grit arası silikon karbit zımparaların uygulanması önerilmiştir. Bu uygulanacak yüzey bitirme işlemlerinde ki farklılıklardan dolayı farklı kalınlıklarda smear tabakası oluşabilir ve yüzey pürüzlülük değerleri farklı olan dentin yüzeyleri elde edilebilir. Dolayısıyla bağlanma dayanımı değerlerinde de değişiklikler olabilmektedir (Pashley ve ark 1995). Bazı araştırmacılar düşük bağlanma dayanımı değerlerinden kalınlığı fazla olan smear tabakasını sorumlu

tutarken, bazıları ise smear tabakasının kalınlığının bağlanma dayanımı değerlerinde etkili olmayacağını iddia etmektedirler. Çalışmalarda smear tabakasının bağlanmada etkisinin; pürüzlülüğü, yoğunluğu, kalınlığı (0,9-2,6 mm arasında) ve diş dokusuyla bağlantısı gibi durumlarla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Oliveira ve ark 2003, Perdigao 2010). Literatürdeki çalışmalarda çoğunlukla dişlerin 600 grit silikon zımpara ile aşındırıldığı görülmektedir (Prati ve ark 1991, Armstrong ve ark 2003). Bizim çalışmamızda da enfekte çürük dentin uzaklaştırıldıktan sonra oluşan kaviteyi gidermek ve düz bir dentin yüzeyi elde edebilmek için önce 320 gritlik, sonra da düz dentin yüzeylerinde standart smear tabakası oluşturabilmek adına 600 grit silikon karbit zımpara ile aşındırma yapılmıştır. Zımparalama sonrasında yüzey özelliklerinin değişmemesine özen gösterildi.

Yazıcı ve ark (2013), Er:YAG lazer uygulamasının sağlam dentinde self-adeziv kompozitin (Vertise Flow) makaslama bağlanma dayanımına etkisini değerlendirdikleri bir çalışmada, lazer uygulanmayan kontrol grubuna kıyasla Er:YAG lazer uygulanmış dentinde self-adeziv kompozitin bağlanma dayanımı değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir. Geleneksel akıcı kompozitte (Premise Flow) ise kontrol grubu ve lazer grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Döner aletlerin kullanıldığı dentin yüzeylerinde oluşan smear tabakasının dentin tübüllerini tıkadığı ve adeziv restorasyon uygulanmasından önce uzaklaştırılmadığı takdirde bağlantıyı olumsuz etkileyebileceği iddia edilmektedir. Kontrol grubundaki self-adeziv kompozitin bağlantısının zayıf olmasının bununla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Lazer uygulanmış grupta ise smear tabakası uzaklaştırılmış ve dentin kanalları açık olduğundan self-adeziv kompozitin daha iyi bağlantı gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmaya göre self-adeziv kompozitin (Kerr Vertise Flow) bağlanma dayanımı değerleri, dentin yüzeyi hazırlığıyla ilişkili olarak değişkenlik gösterebilir. Bizim çalışmamızda da her üç self adeziv kompozitin lazer ile çürük uzaklaştırma yapılan grupta çürükten etkilenmiş dentine bağlanma değerleri, frez ile çürük uzaklaştırma yapılan gruptan yüksek bulunmuştur. Fakat bu yükseklik istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır.

Juloski ve ark (2012), yaptıkları bir çalışmada minede ve dentinde self-etch (OptiBond XTR) adeziv sistem öncesinde fosforik asit uygulamasının self-adeziv kompozitin (Vertise Flow) makaslama bağlanma dayanımı değerlerine etkisi

incelenmiş vself-etch minede en yüksek bağlantının üç aşamalı total-etch adeziv sistem (OptiBond FL)+geleneksel akıcı kompozit (Premise Flow) uygulandığı grupta olduğu belirtilmiştir. Dentinde ise üç aşamalı total-etch adezivle, iki aşamalı self etch adezivlerin birbirlerine yakın bağlanma dayanımı değerleri gösterdikleri rapor edilmiştir. Self-adeziv kompozitin tek başına uygulandığı grupta en düşük bağlanma dayanımı değerleri tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda da en düşük bağlanma dayanımı değerleri self-adeziv kompozitlerin adeziv sistem olmadan tek başlarına uygulandıkları gruplarda (Vertise Flow:1,03±2,47; Constic:1,60±2,13; Fusio Liquid Dentin:1,80±2,47) tespit edildi. Adeziv sistemlerle beraber uygulanan self-adeziv kompozitler ve geleneksel akıcı kompozit birbirlerine yakın bağlanma dayanımı değerleri gösterirken, üç aşamalı total-etch ve iki aşamalı self-etch adeziv sistemler arasında da istatistiksel olarak farklılık bulunmadı. Sadece lazer ile çürüğü uzaklaştırılan Optibond FL+Constic uygulanan grupla, frezle çürüğü uzaklaştırılan SE Bond+Vertise Flow, SE Bond+Fusio Liquid Dentin, SE Bond+Ultimate Flow grupları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edildi. Lazer+Optibond FL+Constic grubu anlamlı derecede düşük bağlantı gösterdi.

Goracci ve ark (2013), kompozit rezin önce asit uygulayarak veya uygulamayarak kısa dönemde ve termalsiklus ile yaşlandırıldıktan sonra Kerr Vertise Flow self-adeziv kompozitin ortodontik brakelerin makaslama bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmişlerdir. Erken dönemde Vertise Flow ve asit+Vertise Flow grupları benzer sonuçlar gösterirken, termalsiklus sonrası Vertise Flow grubu, asit+Vertise Flow grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir.

Tuloğlu ve ark (2014) self-adeziv kompozitin (Vertise Flow) makaslama bağlanma dayanımlarını süt ve daimi dişlerde tek aşamalı self-etch (Optibond All In One) adeziv sistem uygulayarak veya uygulamayarak geleneksel akıcı bir kompozitle (Ultimate Flow) kıyaslamışlardır. Grup 1: Vertise Flow, Grup 2: Optibond+Ultimate Flow, 3.Grup: Optibond+Vertise Flow olarak hazırlanmıştır. Hem süt hem de daimi dişlerde en yüksek bağlantının Optibond+Ultimate Flow grubunda, en düşük bağlantının da self-adeziv kompozitin tek başına uygulandığı grupta olduğu belirtilmiştir. Süt ve daimi dişlerde de aralarında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık rapor edilmiş, süt dilerinde daha düşük bağlantı bildirilmiştir. Vertise Flow

grubunda bağlantının düşük çıkması kompozit rezin içerisine dahil edilen bonding ajanın, demineralize dentine yetersiz adeziv infiltrasyonu, dentin tübüllerinin etkili şekilde kapatılmamasıyla, açıkta kalan kollajenlerin çökmesi ve kompozit rezinin bozulmasıyla ilişkili olabilir (Viotti ve ark 2009).

Vertise Flow akıcı kompozitin bağlanma mekanizması, hem asitlemeden, dolayısıyla da mikromekanik bağlantıdan, hem de diş yapısındaki kalsiyum iyonlarıyla kimyasal bağlantıdan sorumlu olan gliserol fosfat dimetakrilat (GPDM) monomeri ile gerçekleşmektedir. Fonksiyonel metakrilat gruplarıyla diğer metakrilat gruplarının çapraz bağlanmasıyla mekanik bağlantı gerçekleşmektedir. Asidik monomerler (ph:1,9) arası etkileşmeyi sağlayabilmek için üretici firma talimatlarına göre 0,5 mm ince bir kompozit tabakasının mikrobrush yardımıyla diş yüzeyine 15-20 sn uygulanması gerekmektedir (Ferrari ve Vichi 2010). Bu, braketlerin yapışacağı mine yüzeyine sınıf I ve sınıf V kavitelerden daha kolay uygulanacaktır. Üretici firma talimatlarında mine yüzeyiyle bağlantıyı arttırmak adına hazırlık aşamasında asit uygulaması önerilmektedir. Yapılan çalışmada asit uygulanıp uygulanmaması erken dönemde Vertise Flow akıcı kompozitin bağlanma dayanımı değerlerine etki etmemiştir (Goracci ve ark 2013). Bu monomer, çalışmamızda kullandığımız üç aşamalı total-etch adeziv sistem olan OptiBond FL içerisinde de bulunmaktadır. Optibond FL+Vertise Flow uygulanan gruplar başarılı bağlanma performansı sergilemişlerdir.

Altunsoy ve ark (2014), farklı yüzey hazırlıklarının iki farklı self-adeziv kompozitin (Vertise Flow, Fusio Liquid Dentin) dentine bağlantısına etkisini değerlendirdikleri bir çalışmada; en yüksek bağlanma asit+Vertise Flow grubunda, en düşük bağlanma ise Fusio Liquid Dentin self-adeziv kompozitinin tek başına uygulandığı grupta gözlemişlerdir. Er-YAG MSP modu kullanılarak dentin yüzey hazırlığı yapılan grup hariç diğer gruplarda Vertise Flow'un bağlantısı Fusio Liquid Dentin grubundan daha yüksek bulunmuştur. Fosforik asit uygulaması ve Er:YAG QSP modu Vertise Flow'un bağlantısını belirgin derecede artırmıştır. SEM görüntülerinde ise Er:YAG MSP modu lazer ve asit uygulamasından sonra yüzey düzensiz, smear tabakasından yoksun açık dentin tübülleri gözlenirken, Er:YAG Lazer QSP modundan sonra düzgün ve temiz yüzeyler ve geniş, açık dentin tübülleri gözlenmektedir.

Yapılan bir çalışmada Constic'in makaslama bağlanma dayanımı değerlendirilmiş ve mine ve dentine bağlantısında başarılı sonuçlar rapor edilmiştir. Constic bağlanma dayanımı değerleri çalışmada kullanılan diğer self-adeziv kompozitlerden (Vertise Flow, Fusio Liquid Dentin) daha yüksek bulunmuştur. Constic self-adeziv kompoziti, içeriğindeki özel moleküller sayesinde cam iyonomerler gibi mineyi ve dentini asitleyebilmekte ve böylelikle başarılı bir adezyon sağlayabilmektedir. Ayrıca bu moleküller kompozitle birlikte polimerize olabilmektedirler. Bu moleküllerin dişle bağlantısını sağlayabilmek için Constic uygulandıktan sonra diş yüzeyine fırça yardımıyla iyice yedirilmelidir. Kendi kendine nötralize olabilen asidik gruplar nemli mine ve dentinle reaksiyona girerek dayanıklı bir kimyasal bağlantı gerçekleştiriler (Munoz-Viveros 2012). Bizim çalışmamızda ise Constic, Vertise Flow ve Fusio Liquid Dentin birbirine yakın bağlanma dayanımı değerleri gösterdiler. Sonuçlardaki farklılık bizim çürükten etkilenmiş dentinde çalışmış olmamızdan ve deney şartlarındaki farklılıktan kaynaklanabilir.

Vertise flow self-adeziv akıcı kompozitte gliserol fosfat dimetakrilat (GPDM) monomeri varken, Fusio Liquid Dentin self-adeziv akıcı kompozitte karboksilik metakrilat asidik monomerleri bulunmaktadır. Her iki kompozitte de asidik monomerlerin hidrofobik dimetakrilat gruplarıyla karışabilmesini ve aynı zamanda ıslanabilirliği arttırmak ve dentine rezin penetrasyonunu sağlayabilmek için HEMA kullanılmıştır (Eliades ve ark 2013). Fusio Liquid Dentin self-adeziv akıcı kompozit 4-MET (4-methacryloxyethyltrimetellitik asit) esaslı nanopartiküllü, şekilsiz silika ve cam doldurucular içerir. Bu kompozitin içeriği, hem asidik hem de hidrofildir. Diş yüzeyine uygulandığında metakrilat monomerlerdeki negatif yüklü karboksilik asit gruplarıyla diş yüzeyindeki mineral iyonları bağlanır. Karboksilik asit grupları nötralize olduğunda ve monomerler polimerize olduğunda dentin yüzeyinde bağlantı sağlanmış olur (Yoshida ve ark 2004). Altunsoy ve ark (2014)'nın çalışmalarında bu kompozitlerin bağlanma değerlerindeki farklılığın içeriklerinin ve bağlanma mekanizmalarının farklı oluşundan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Asit uygulamasının her iki self-adeziv kompozitin de kendi başlarına uygulandıkları gruplara nazaran bağlantıyı arttırdığı rapor edilmiştir. Sebep olarak asit uygulanan yüzeyde, hem dentin yüzey enerjisinde artış hem de daha fazla mikroretansiyon oluşması belirtilmiştir (Altunsoy ve ark 2014). İşman ve ark (2012)'da asit

uygulamasının Vertise Flow kompozitinin makaslama bağlanma dayanımı değerlerinde artış sağladığını rapor etmişlerdir.

Bektaş ve ark (2013) yaptıkları çalışmada Vertise Flow self-adeziv kompozitin adeziv sistem uygulanarak ve uygulanmayarak dentine bağlantısı mikro makaslama testi ile kıyaslanmıştır. All-in-one self-etch adeziv (Optibond)+Vertise Flow grubu anlamlı derecede yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. Bu grupta bağlantının yüksek çıkmasının Vertise Flow self-adeziv kompozitin, All-in-one Optibond ile aynı adeziv teknolojiyi içermesiyle ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Miyazaki ve ark (1995) yaptıkları çalışmada adeziv rezin içerisindeki doldurucuların yüksek viskozitelerinden dolayı dentin yüzeyinin ıslanabilirliğini artırmakta olduklarını, monomer penetrasyonuna katkıda bulunup bağlanma dayanımı değerlerinde artış sağlayabildiklerini belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da üç farklı self-adeziv kompozit; herhangi bir adeziv sistem uygulanmadan, iki aşamalı self-etch Clearfil SE Bond uygulanarak ve üç aşamalı total-etch Optibond FL adeziv sistem uygulanarak kullanıldı. Kontrol grubu olarak ise geleneksel bir akıcı kompozit 3M Ultimate Flow; SE Bond ve Optibond FL ile beraber uygulandı. Tek başına kullanılan kompozitler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi. Her üç self-adeziv kompozitin makaslama bağlanma dayanımı değerleri, geleneksel akıcı kompozitin bağlanma dayanımı değerlerinden düşük bulundu. Bu farklılığın; kompozitlerin içeriklerindeki monomerlerin değişkenliğinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Self-adeziv kompozitler, kaviteye herhangi başka bir adeziv sistem uygulaması gerekmeden direkt olarak diş dokusuyla bağlanabilen restoratif materyallerdir. İçeriklerinde hem dentini hem de mineyi asitleyebilen asidik monomerler vardır (Poss 2010). Bizim çalışmamızda çürükten etkilenmiş dentine self-adeziv kompozitlerin direkt olarak uygulanmasının yeterli bağlantı gösteremediği bulundu. İki aşamalı self-etch adeziv sistem (SE Bond) ve üç aşamalı total-etch adeziv sistemle (Optibond FL) beraber uygulanan self-adeziv akıcı kompozitler, geleneksel akıcı kompozitle yakın bağlanma dayanımı değerleri gösterdi. Çalışmamızda Clearfil SE Bond adeziv sisteminde bağlantının yüksek olması orta kuvvette self-etching primere sahip olmasının yanı sıra içerdiği monomerlerin karboksil ve fosfat gruplarının rezidüel hidroksiapatit kristalleriyle kimyasal olarak bağlanmasından

kaynaklanmış olabilir. Üç aşamalı total-etch adeziv olan OptiBond FL adeziv sisteminde de SE Bond'da yakın bağlanma dayanımı değerleri elde edildi. Uygulama basamaklarındaki teknik hassasiyet ve kullanılan bağlanma dayanımı test yöntemlerindeki farklılık çalışmanın sonuçlarında değişkenliğe neden olmuş olabilir.

Kompozit-adeziv sistem kıyaslaması yapıldığında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmedi. Self-adeziv kompozitlerden herbiri iki aşamalı self-etch adeziv sistem Clearfil SE Bond ya da üç aşamalı total-etch OptiBond FL adeziv sistemlerden herhangi biriyle kullanıldığında, geleneksel akıcı kompozitle makaslama bağlanma dayanımı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmadı. En yüksek bağlanma dayanımı değeri Fusio Liquid Dentin+SE Bond grubunda ($25,37\pm 6,77$), en düşük bağlanma dayanımı değeri ise Vertise Flow akıcı kompozitin tek başına uygulandığı grupta ($1,03\pm 2,47$) bulundu.

Fu ve ark (2013) yaptıkları çalışmada self-adeziv kompozitleri (Vertise Flow, Fusio Liquid Dentin) iki self-etch adeziv sistemle uygulayıp dentine mikrotensile bağlanma dayanımı değerlerini kıyaslamışlar. En yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin sırasıyla iki aşamalı self-etch adeziv olan MegaBond (Clearfil SE Bond) grubunda, bunu takiben tek aşamalı self-etch grubu olan LLB-2 grubu, Fusio Liquid Dentin ve Vertise Flow grubu olduğu belirtilmiştir. MegaBond (Clearfil SE Bond), self-etch adezivler arasında altın standart olarak kabul görmektedir. Kimyasal içeriğinden ve iyi polimerizasyonundan dolayı klinik performansı iyi ve bu özelliklerinden dolayı in vitro çalışmalarda kontrol grubu olarak kullanılmaktadır. Diğer self-etch adezivlerden daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği ya da geleneksel üç aşamalı adeziv sistemlere yakın değerler gösterdiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada FLD'nin hem SEM hem de TEM görüntülerinde baloncuk benzeri oluşumlar rapor edilmiştir. Su içeriği bulunmayan FLD'de bu yapıların, dentin yüzeyine kompozit tabakasının ilk uygulanan kısmının düşük permabilitesine ve dentinden gelen su damlacıklarına bağlı olabileceği bildirilmiştir. Vertise Flow'un SEM ve TEM görüntülerinde ise boş dentin tübüleri izlenmiştir.

Bradna ve ark (2008) yaptıkları bir çalışmada insan dişinin sağlam dentininde self-etch adezivler ve total-etch adezivlerin makaslama bağlanma dayanımı değerleri kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonuçlarında self-etch adezivlerle total-etch adezivler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşmadığı bildirilmiştir.

Walter ve ark (2011) yaptıkları bir çalışmada sığır dişlerinde mine ve dentinde iki aşamalı iki farklı self-etch adeziv sistem (Clearfil SE Bond, OptiBond XTR), tek aşamalı self-etch adeziv sistem (Dentsply Xeno IV) ve üç aşamalı total-etch adeziv (Optibond FL) sistemin makaslama bağlanma dayanımı karşılaştırmışlar. Çalışmanın sonuçlarına göre minede en yüksek bağlanma dayanımı değerini OptiBond FL göstermiş, en düşük bağlanma dayanımı değerini ise Xeno IV göstermiştir. Dentinde ise en düşük bağlanma dayanımını OptiBond FL, en yüksek bağlanma dayanımını ise Clearfil SE Bond göstermiştir.

Clearfil SE Bond 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate monomeri içermektedir. Bu monomer dentin yüzeyinde kalan hidroksiapatit kristalleriyle suya dayanıklı iyonik bağlar oluşturarak güçlü bağlantıyı sağlayabilmektedir (Yoshida ve ark 2004).

OptiBond FL üç aşamalı bir total-etch adeziv sistem olup laboratuvar şartlarında hem mineye hem de dentine etkin bir şekilde bağlanabilmektedir (Van Landuyt ve ark 2014). Optibond FL adeziv sistemi primerinde HEMA, polialkenoik asit ve su, bonding rezin içerisinde de BisGMA ve HEMA bulunmaktadır. Adeziv sistemin hem primerinde hem de bonding rezin içerisinde HEMA bulunması bu adezivin hidrofilik olduğunun bir göstergesidir (Khoroushi ve ark 2014). Asit etching yapılmış total-etch adezivlerin dentine bağlantısının mikromekanik yollarla olduğu bilinmektedir (Delme ve ark 2005, Delme ve ark 2006). Güçlü bağlanmanın oluşması hibrit tabakası ve rezin tagların varlığıyla ilişkilidir (Nakabayashi ve Saimi 1996).

Van Landuyt ve ark (2009), yaptıkları bir çalışmada tek aşamalı self-etch adezivlerin, kontrol grubu olarak Clearfil SE Bond ve Kerr OptiBond FL adeziv sistemlerle bağlantıları karşılaştırılmış. Sonuçlara göre ise tek aşamalı self-etch adezivlerin bağlantısının hem SE Bond'a hem de OptiBond'a göre düşük olduğu belirtilmiştir.

Ceballos ve ark (2003), çürükten etkilenmiş dentinde self-etch ve total-etch adezivlerinin bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırmış ve total-etch adezivlerin daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir. Bütün adezivler sağlam dentinde çürükten etkilenmiş dentine oranla daha iyi bağlanmış, fakat sadece Prime&Bond NT ve Clearfil SE bond da istatistiksel olarak anlamlı fark

belirtilmiştir. Çürükten etkilenmiş dentinde total-etch adezivlerin daha iyi bağlanması, dentin tübüllerinde aside dirençli tabakanın bonding ajan uygulanmadan önce yüzeye uygulanan %32-37 lik fosforik asit nedeni ile olduğu belirtilmiştir. Bu asit uygulamasının aside dirençli tabakada zayıf asitlere oranla daha fazla çözünme sağlayıp rezin infiltrasyonunun daha iyi olacağı düşünülmektedir.

Ünlü ve ark (2010) yaptıkları bir çalışmada iki total-etch, üç self-etch adeziv sistemin çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine ve sağlam dentin yüzeyine bağlantısını makaslama bağlanma dayanımı testi ile değerlendirmişler. Çalışmada kullanılan iki aşamalı total-etch adeziv sistem olan OptiBond Solo Plus hariç diğer adeziv sistemlerin hepsi sağlam dentinde çürükten etkilenmiş dentine oranla daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermişlerdir. Çalışmadaki çürükten etkilenmiş dentine olan bağlanma dayanımı değeri bakıldığında ise en yüksek değerleri sırasıyla XP Bond, Clearfil SE Bond, OptiBond Solo Plus, Adper SE Plus ve AdheSE Bond'da elde edilmiştir. Yapılan çalışmada, çürükten etkilenmiş dentine en yüksek bağlanma değeri sırasıyla iki aşamalı total-etch adeziv sistem olan XP Bond ve zayıf self-etch adeziv sistem olan Clearfil SE Bond grubundadır.

Genel olarak önceki çalışmalarla uyumlu olan bizim çalışmamızda da; iki aşamalı self-etch adeziv sistem Clearfil SE Bond, geleneksel üç aşamalı total-etch adeziv sistem olan Optibond FL'ye yakın değerler gösterdi. Sonuçlar arasındaki farklılıkların adeziv sistem uygulanan dentin dokusunun farklılığından (çürükten etkilenmiş dentin), adeziv sistemlerin farklılığından (tek aşama-iki aşama), uygulama prosedürlerindeki hassasiyetten kaynaklanabilecek hatalardan, kullanılan restoratif materyallerin ve deney şartlarının farklılığından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Sadece adeziv sistemler (bonding) arası yapılan değerlendirmede herhangi bir adeziv sistem uygulanmadan uygulanan self-adeziv kompozitlerin, self-etch adeziv (SE Bond) ve total-etch adeziv (OptiBond FL) sistem uygulanan gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bağlanma değerleri gösterdikleri bulundu. Self-adeziv kompozitler tek başlarına uygulandıklarında ($1,48 \pm 2,34$) adeziv sistemle beraber uygulandıkları gruplara kıyasla ($23,94 \pm 7,03$; $21,72 \pm 10,12$) anlamlı derecede düşük bağlanma dayanımı değerleri gösterdi. Self-adeziv kompozitlerin tek başlarına çürükten etkilenmiş dentin üzerine uygulandıklarında etkili şekilde bağlanamadıkları

tespit edildi. Bu kompozitlerin daha iyi bağlantı sağlayabilmesi için adeziv sistemlerle beraber kullanımının gerektiği düşüncesindeyiz.

Poitevin ve ark (2013) yaptıkları bir çalışmada self-adeziv kompozitlerin dentine olan bağlantısını dört farklı tek aşamalı self-etch adeziv ve bir tane üç aşamalı total-etch adeziv sistemle (OptiBond FL) karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre self-adeziv kompozitler hem self-etch+akıcı kompozit hem de total-etch+akıcı kompozitten daha düşük bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. Total-etch+akıcı kompozit değerleri de self-etch+akıcı kompozitten yüksek bulunmuştur. Fusio Liquid Dentin, dentinde asit+Vertise Flow grubundan düşük, Vertise Flow grubundan daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. Vertise Flow self-adeziv akıcı kompozit uygulamasından önce mine/dentin yüzeyi fosforik asitle dağlanırsa, bağlanmasında artış olduğu rapor edilmiştir. Asit uygulamasının minede yüzey enerjisinde artış sağladığı ve daha fazla mikroretansiyon oluşmasına katkı sağladığı rapor edilmiştir (Van Meerbeek ve ark 2003). Fusio Liquid Dentin ve Vertise Flow self-adeziv akıcı 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, diş yüzeyine daha kolay yerleşecek, uygulama aletine daha az yapışacak ve mine ve dentini daha kolay ıslatabilecektir.

Bizim çalışmamızda da Poitevin ve ark (2013) ile uyumlu olarak self-etch+self-adeziv kompozit ve self-etch+geleneksel kompozit grupları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmadı. Total-etch+self-adeziv kompozit ve total-etch+geleneksel kompozit grupları arasında da istatistiksel olarak fark tespit edilmedi.

Yıldız ve ark (2013), süt dişlerinde üç farklı çürük temizleme yönteminin bağlanma dayanımı değerlerine etkisini tek aşamalı self-etch ve total-etch adeziv sistem kullanarak inceledikleri çalışmalarında; Er:YAG lazer ile çürük temizleme işlemi yapılan grupta bağlanma dayanımı değerlerinin hem frez grubuna hem de kemomekanik yöntem kullanılarak hazırlanan gruba göre daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Kararaslan ve ark (2012), üç farklı çürük uzaklaştırma yönteminin bağlanma dayanımı değerleri üzerine olan etkisini değerlendirmişlerdir. Er:YAG Lazer, frez ve kemomekanik yöntemle hazırlanan kaviteyi tek aşamalı self-etch (G Bond), iki aşamalı self-etch (SE Bond) ve iki aşamalı total-etch (Adper Single Bond) adeziv sistem kullanarak restore etmişler. Hem çürük uzaklaştırma yöntemleri hem de adeziv sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğunu belirtmişlerdir. Lazerle hazırlanan kavitelere iki aşamalı total-etch (Adper Single Bond) adeziv sistemin bağlantısı, self-etch adezivlerden daha yüksek bulunmuştur. Tek aşamalı ve iki aşamalı self-etch adeziv sistemler arasında ise yöntemler arasında farklılık belirtilmemiştir.

Tachibana ve ark (2008), yaptıkları bir çalışmada farklı çürük temizleme yöntemlerinin self-etch adeziv sistemler üzerinde sağlam ve çürükten etkilenmiş dentinde bağlantıya olan etkisini incelemişlerdir. Frez, Er,Cr:YSGG ve kemomekanik teknik çürük temizleme yöntemi olarak seçilmiştir. Er,Cr:YSGG grubu hariç diğer gruplarda bağlanma dayanımı değerlerinin sağlam dentinde çürükten etkilenmiş dentine oranla daha fazla olduğu bildirilmiştir. Çürükten etkilenmiş dentinde bütün gruplarda bağlanma dayanımı değerleri benzerlik göstermektedir. Çürükten etkilenmiş dentinin yeterli adeziv bağlantıyı göstermediği iddia edilmiştir. Çalışma sonuçlarında Er,Cr:YSGG ile çürük temizlendiğinde self-etch adeziv sistemlerin bağlantısının zayıf olduğu bildirilmiştir.

Farklı çürük temizleme yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmada çelik frez kullanılarak çürük temizlendiğinde dentinde kalın bir smear tabakası oluştuğu ve dentin kanallarının bu smear tabakası tarafından tıkandığı bildirilmiştir (Banerjee ve ark 2000c). Üç farklı çürük uzaklaştırma yönteminden sonra iki aşamalı self-etch adeziv sistemin (Clearfil Protect Bond) ve iki aşamalı total-etch adeziv sistemin (OptiBond Solo Plus Total-Etch) çürükten etkilenmiş dentin üzerine bağlantılarının değerlendirildiği bir çalışmada, döner aletlerle çürük uzaklaştırıldığında dentin yüzeylerinde oluşan smear tabakasının yüzeye ve dentin tübüllerine daha sıkı bağlandığı ve uzaklaştırılmasının kolay olmadığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada Er:YAG Lazer ile çürük uzaklaştırıldığında her iki adeziv sistemde de bağlanma dayanımı değerlerinde istatistiksel olarak farklılık belirtilmemiş, birbirine yakın değerler rapor edilmiştir. SEM görüntülerinde lazer ile

çürük uzaklaştırılan grupta genel olarak smear tabakasından yoksun, açık dentin tübülleri gözleendiği bildirilmiştir. Yüzeyde mikro düzensizlikler ve mikroçatlaklar dikkati çekmiştir (Sattabanasuk ve ark 2006).

Er:YAG lazer çürüğü seçici olarak uzaklaştırır. Dentin yüzeyinde pürüzlü ve smear tabakasından arındırılmış bir yapı oluşturur. Oluşan pürüzlü ve smear tabakasından yoksun olan bu alana adeziv rezinin daha iyi infiltre olacağı ve bağlantının artacağı iddia edilmektedir. Fakat çalışmamızda hem iki aşamalı self-etch adeziv, hem de üç aşamalı total-etch adeziv sistem; Er:YAG lazer uygulanan gruplarda frez grubundan daha düşük bağlanma değerleri gösterdi. Farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin ardından dentin yüzeyinde oluşan değişiklikler, adeziv rezinlerin bağlantısında etkili bir faktör olabilir. Biz de bu farklılığın nedeninin lazer uygulamasının ardından diş yüzeyinde oluşan kimyasal değişiklikler olduğu düşüncesindeyiz. Lazer, karbonatı çözüp asitlere daha dayanıklı hidroksiapatit kristallerine benzer bir yapı oluşturur (Van As 2004). Bu yapıda zayıf asit içerikli self-etch adeziv sistemler yeterli değişikliği yapamadığından adeziv penetrasyonu da yetersiz kalabilmektedir (Esteves-Oliveira ve ark 2007).

Dunn ve ark (2005) Er-YAG lazer ve frez yöntemi kullanılarak hazırlanan dentin ve mine yüzeylerinde total-etch adeziv sistemlerin bağlantısını araştırdıkları çalışmalarında; frezle hazırlanan örneklerde makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin lazer grubuna göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Asitleme prosedürlerinin değerlendirilmesinde ise hem dentinde hem de minede asit etching yönteminin lazer etchingden daha etkili olduğu, bunun yanında lazerle etching uygulamasının hiç etching uygulanmamasından daha iyi olduğu bildirilmiştir. SEM incelemesinde, dentin yüzeylerinin frez ve asit uygulanan grupta daha düzgün olduğu, dentin tübüllerinin smear artıklarından arınmış olduğu belirtilmiştir. Frez grubunda arayüz değerlendirmesinde diş ve restoratif materyal arasında sıkı bir kontakt ve düzenli bir hibrit tabakası varlığı rapor edilirken, Er:YAG lazer uygulanmış grupta düzensiz dentin yüzeyleri, yetersiz hibridizasyon veya hibridizasyon yokluğu gözlenmiştir.

Da Silva ve ark (2011) Er:YAG lazer ve geleneksel yöntemin; total-etch ve self-etch adezivlerin makaslama bağlanma dayanımı üzerine etkisini

değerlendirmişlerdir. Frez ve lazer grubunda birbirine yakın bağlanma dayanımı değerleri rapor etmişlerdir.

Van meeerbeek ve ark (2003) yaptıkları çalışmada silikon karpit zımpara, elmas frez, sanoabrazyon, lazer ve air abrazyonla hazırlanan mine ve dentin yüzeyine total-etch (OptiBond FL) ve self-etch adezivin (SE Bond) bağlantısını değerlendirmişler ve lazer uygulanan yüzeylerde diğer gruplara göre daha düşük bağlanma dayanımı değerleri rapor etmişlerdir. Er:YAG lazer uygulamasının dişin yüzey altı dokularında hasara neden olduğu ve bu nedenle de etkin hibridizasyon olamadığını bildirmişlerdir (Van Meerbeek ve ark 2003).

Ergücü ve ark (2009) Er,Cr:YSGG lazerin üç aşamalı total-etch adeziv sistem (Scotchbond Multi Purpose) ve iki aşamalı self-etch adeziv sistemin (AdheSE) sağlam dentinde ve çürükten etkilenmiş dentinde bağlanma dayanımı değerlerine etkisini incelemişlerdir. Adeziv sistem ve dentin yüzeyi tipi göz ardı edilerek değerlendirildiğinde lazer uygulanan gruptaki bağlanma dayanımı değerleri frez grubuna benzerlik göstermektedir. Adeziv sistemler değerlendirildiğinde ise self-etch adeziv sistemin her iki grupta sağlam ve çürükten etkilenmiş dentin yüzeyinde total-etch adeziv sisteme göre düşük bağlanma dayanımı değerleri gösterdikleri rapor edilmiştir. Er,Cr:YSGG lazer uygulanmasının hem sağlam dentinde hem de çürükten etkilenmiş dentinde adeziv sistemlerin bağlanma performansına olumsuz bir etki oluşturmadığı belirtilmiştir.

Ramos ve ark (2002) Er:YAG lazer ve frezin sağlam dentinde adeziv sistemlerin bağlantı üzerine olan etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada Er:YAG lazer uygulanmış gruplarda daha düşük bağlantı elde edildiği belirtilmiştir. Er:YAG lazer kullanımının bağlantıyı kullanılan adeziv sistemle ilişkili olarak az ya da çok olumsuz etkileyebileceği rapor edilmiştir. En yüksek bağlanma değeri iki aşamalı self-etch adeziv sistemin frez grubunda, en düşük bağlanma değeri ise tek şişe self-etch adeziv sistemin lazer grubunda olduğu rapor edilmiştir.

Ceballo ve ark (2002) Er-YAG lazerin derin dentinde ve yüzeysel dentinde pürüzlendirmesinin asitle pürüzlendirmeye oranla adezyona olan etkisini araştırdıkları çalışmada, gruplara sırasıyla asit etching, Er:YAG lazer etching ve son olarakta lazer ve asit etching beraber uygulanmıştır. Dişlerin restorasyonunun

ardından makaslama bağlanma dayanımı testi uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. En yüksek sonuçların tek başına asit etching uygulanan grupta olduğu rapor edilmiştir. Dentine Er:YAG lazer uygulamasının bağlantıyı olumsuz etkilediği bildirilmiştir.

Goswami ve Singh (2011) yaptıkları çalışmada diş yüzeylerini pürüzlendirmek için asit ve Nd:YAG lazer kullanmışlar ve kompozit rezinlerin makaslama bağlanma dayanımını kıyaslamışlardır. Elde edilen kesitleri taramalı elektron mikroskopunda (SEM) değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre Nd:YAG lazer ile pürüzlendirilen mine yüzeyinin kompozit rezin ile bağlantısının; asitle pürüzlendirilmiş mine ile kompozit rezin arasındaki bağlanmadan daha zayıf olduğu bildirilmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde ise minede asitle pürüzlendirmenin tipik bal peteği görüntüsü oluşturduğu, lazerle pürüzlendirmenin ise yüzeyde bağlanma için yeterli olmayan düzensiz, baloncuk benzeri yüzeyel oluşumlara neden olduğu rapor edilmiştir.

Güven ve Aktoren (2015) çalışmalarında SE Bond'un lazer ile hazırlanan grubunda frez grubuna göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini rapor etmişlerdir. SEM görüntülerinde ise lazerle hazırlanan gruplarda frez gruplarına göre daha düzensiz bir arayüz görüntüsü izlenmiştir. Lazerle prepare edilen grupların arayüz görüntülerinde hibridizasyon tabakası, bu tabakanın belirsizliğinden güçlkle bulunabilmektedir. Ayrıca arayüz görüntülerinde gap formasyonları görüldüğü bildirilmiştir. Hibrit tabakasının frez grubundan daha düzensiz ve homojen olmayan bir yapıda gözlendiği bildirilmiştir.

Lazer uygulanmış yüzeydeki SEM görüntülerinde diğer çalışmalarda da belirtildiği gibi rezinin infiltre olduğu tabakanın fark edilebilmesi oldukça zordur (Aoki ve ark 1998, Schein ve ark 2003). Lazer uygulamasının yüzey altı derin dokuları etkilemesi sonucunda intertubuler dentinde ısı artışına bağlı kollajen fibrillerde denatürasyon meydana gelmektedir (Ceballo ve ark 2002). Kısmen denatüre olmuş kollajen fibrillerin asitleme ajanlarıyla tam olarak uzaklaştırılmaması rezinin kollajenler arasına infiltrasyonunu engellediği düşünülmektedir (Ceballo ve ark 2002). Bu, lazer ile çürük uzaklaştırma işlemi yapılan grupta yeterli bağlantının ve rezinin infiltre olduğu tabakanın çok net fark edilememesinin sebebi olarak düşünülmektedir. Bizim çalışmamızda SEM

görüntülerinde, frez ile çürük uzaklaştırma yapılan gruplarda belirgin hibrit tabakası benzeri bir yapı, sayıca fazla rezin tag uzantılarıyla beraber bazı alanlarda lateral uzantılar da gözlemlendi. Lazer ile çürük uzaklaştırma yapılan gruplarda ise daha düzensiz bir hibrit tabakası benzeri yapı ve sayıca daha az rezin uzantısı oluşumu gözlemlendi. Bununla beraber Tay ve ark (1995) ve Sundfeld ve ark (2005)'nin belirttiği gibi total-etch adeziv sistem uygulanan gruplarda mineralize peritübüler dentinin uzaklaşmasından tübül ağızları genişlemiş ve dentin tübüllerine giriş bölümleri daha kalın ve konik rezin uzantısı oluşumları gözlemlendi.

Sattabanasuk ve ark (2006), üç farklı çürük temizleme yöntemi kullanılarak hazırlanan çürükten etkilenmiş dentinde biri iki aşamalı self-etch (Clearfil Protect Bond) diğeri iki aşamalı total-etch adeziv sistemin (OptiBond Solo Plus) bağlantısının değerlendirdikleri bir çalışmada; frezle hazırlanan grupta self-etch adeziv sistemin bağlantısının total-etch adeziv sisteme göre daha düşük olduğu, silikon karpit zımpara ile hazırlanan gruplarda ise tam tersi yönde olduğu rapor edilmiştir. Lazer grubunda ise her iki adeziv sistem arasında farklılık olmadığı belirtilmiştir. En yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin silikon karpit zımpara ile hazırlanan grupta olduğu belirtilmiştir. Çürükten etkilenmiş dentin tübüllerinde aside dirençli mineral kristallerinin varlığı aslında istenen rezin uzantısı oluşumunu önleyebilir. İki aşamalı total-etch sistemin kullanılması ve ilave asit uygulamasının dentin tübüllerindeki mineral artıklarını etkili şekilde uzaklaştırılabildiği için bu problemin çözümüne katkıda bulunduğu belirtilmiştir.

De Munck ve ark (2002) yaptıkları bir çalışmada biri self-etch (SE Bond) diğeri total-etch (Optibond FL) olan iki farklı adeziv sistemin geleneksel frezle ve Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan mine ve dentin yüzeylerinde asit etching ve lazer etching işleminin bağlanma üzerine ne kadar etkili olduğunu araştırmışlar. Total-etch adeziv sistemin lazer uygulanan yüzeyde, lazerle pürüzlendirmeye ek olarak asitle pürüzlendirme dahi yapılmış olsa bağlanma değerlerinin frez grubuna oranla daha düşük olduğu belirtilmiştir. Asit etching işleminin lazer etching işlemine oranla daha başarılı olduğu rapor edilmiştir. Her iki adeziv sisteminde hem minede hem de dentinde lazer uygulanan gruplarda frez grubundan daha düşük bağlanma değerleri gösterdiği rapor edilmiştir. Bunun nedeni olarak ise Er:YAG lazerin yüzey altı dokularda meydana getirdiği hasar belirtilmiştir. SEM görüntülerinde lazer

uygulanan yüzeylerde genel olarak smear tabakasından yoksun dentin ve mine yüzeyleri gözlenmektedir. Dentinde kiremit (imbricate patterned surface) tarzı yüzey görüntüsü dikkati çekmektedir. Peritübüler dentin, intertübüler dentinden daha belirgin olup, yüzeylerde küçük çatlaklar gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Bizim çalışmamızda çürük uzaklaştırma işlemi için Er-YAG lazer ve frez olmak üzere iki farklı yöntem kullanıldı. Yöntemler tek başına kıyaslandığında her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi. Lazer grubunda bağlanma değerleri frez grubuna göre düşük bulundu. Frez grubunda en yüksek bağlanma değerini kontrol grubunda SE Bond+Ultimate Flow grubu gösterdi ($27,57\pm 8,67$). Lazer grubunda ise en yüksek bağlanma değerini SE Bond+Fusio Liquid Dentin grubu gösterdi ($23,43\pm 6,37$). Çürük uzaklaştırma işlemi için lazer kullanılmasının self-adeziv kompozitlerin adeziv sistemlerle beraber uygulandıklarında çürükten etkilenmiş dentine makaslama bağlanma dayanım performansını olumsuz etkilediği ve bağlanma dayanımı değerlerinde azalmaya neden olduğu bulunmuştur. Sadece self-adeziv kompozitleri değerlendirdiğimizde, lazer grubunda frez grubuna göre yüksek bağlanma tespit edildi. Fakat bu değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü. Bunun nedeni olarak lazerle çürük uzaklaştırma sonrasında yüzeyde oluşan mikroretantif alanların self-adeziv kompozitlerin bağlanmasına daha uygun olduğu düşünülmektedir. Sonuçlardaki farklılıklar çalışılan dentin dokusunun farklılığından (çürükten etkilenmiş dentin), uygulanan adeziv sistemlerin ve deney şartlarının farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Hem frez grubunda hem de lazer grubunda bütün self-adeziv kompozitlerin hata tipleri incelendiğinde adeziv sistem uygulanmayan grupların hepsinde adeziv kırılmalar gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda koheziv kopmaların yüksek, adeziv kopmaların ise düşük bağlanma dayanımını göstergesi olduğu söylenebilir (Tittley ve ark 1998, Phrukkanon ve ark 2000). Self-adeziv gruplarımızdaki adeziv başarısızlık; bağlantının düşük olduğunun bir kanıtıdır. Ancak kontrol grubumuz olan Clearfil SE Bond+Ultimate Flow ve OptiBond FL+Ultimate Flow gruplarında ve self-adeziv kompozitlerin SE Bond veya OptiBond FL adeziv sistemiyle beraber uygulandıkları gruplarda koheziv başarısızlık veya mix kırılma tipi gösteren örnek sayısı, adeziv başarısızlığa yakın ya da eşit sonuçlar göstermiştir. Çürükten

etkilenmiş dentinde adeziv sistem ve geleneksel akıcı kompozit uygulanan gruplarda diğer gruplara nazaran daha fazla koheziv başarısızlık (%40-50) gözlenmesi, daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri ile uyumluluk göstermektedir.

4.2.Mikrosızıntı

Son dönemlerde özellikle arka bölge dişlerin restorasyonunda da rezin esaslı materyallerin kullanımı yaygınlaşmış ve bu materyaller piyasada geniş bir yer edinmiştir. Kondanse olabilen kompozitlerde diş dokusuyla termal ekspansiyon katsayısı arasındaki farklılık ve polimerizasyon büzülmesinden dolayı başarısız bağlanmalar ve diş-restorasyon arası mikrosızıntı görülebilir (Jang ve ark 2001, Litonjua ve ark 2003). Klinikte her zaman ideal kavite şartları sağlanamayabilir. Bu gibi durumlarda polimerizasyon büzülmesini önlemek ve stres kırıcı olarak kullanılmak üzere akıcı kompozitler geliştirilmiştir. Bu kompozitlerle ilgili en güncel gelişme ise adeziv sistem uygulaması gerektirmeden kendi kendine diş dokusuyla bağlantı yapabilen self-adeziv akıcı kompozitlerin üretilmesi olmuştur. Bu akıcı kompozitlerle restoratif diş hekimliğinde klinik uygulamalara ve restorasyon başarısına katkı sağlayabilmek amaçlanmıştır.

Günümüzde klinik olarak kabul edilebilir ve başarılı restorasyonlar için mikrosızıntı; önüne geçilmesi gereken en önemli faktörlerden birisidir. Mikrosızıntının önlenmesi adına dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan bir tanesi diş-restorasyon arasında oluşan hibrit tabakasının ve adezyonun yeterli olmasıdır (Vinay ve Shivanna 2010). Bununla beraber adeziv tabakanın kalınlığı da önem taşımaktadır. Kalın bir hibrit tabakası oluşumunun mikrosızıntıyı olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Arias ve ark 2004). Bu nedenle araştırmacılar yapılan restorasyonun daha uzun ömürlü olabilmesini sağlamak adına birçok mikrosızıntı çalışması yapmışlardır (Bertrand ve ark 2008, Sadeghi 2012, Yaman ve ark 2012). Genel olarak çalışmalarda geleneksel preperasyon yöntemlere alternatif olan yeni sistemler, yeni adeziv sistemler ve yeni geliştirilen restoratif materyaller değerlendirilmiştir. Self-adeziv kompozitlerin geliştirilmesiyle hibrit tabakası kalınlığı azaltılarak diş-restorasyon arası boşluk azalması ve böylelikle daha az mikrosızıntı görülmesi amaçlanmıştır (Vichi ve ark 2013). Ayrıca bu kompozitlerin elastik modüllerinin diş dokularından düşük olması da polimerizasyon büzülmesinin ve mikrosızıntının azalmasında önemli bir faktördür (Bektas ve ark 2013). Bizim

çalışmamızda da geleneksel yöntem olan frezle kavite preperasyonuna ilaveten Er:YAG lazer etching uygulamaları, iki farklı adeziv sistem (SE Bond, OptiBond FL) üzerinde kıyaslandı, aynı zamanda yeni geliştirilen üç farklı self-adeziv kompozit (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin) ve bir tane geleneksel akıcı kompozit (Ultimate Flow) mikrosızıntı açısından karşılaştırıldı.

Mikrosızıntı çalışmalarında, çoğunlukla insan molar dişleri kullanılmıştır. Grup içerisindeki örnek sayıları ise değişkenlik göstermekle beraber genellikle 10 adet olarak seçilmektedir (Türkün ve Ergücü 2004). Bizim çalışmamızda da her bir grupta örnek sayısı 10 olarak belirlendi.

Mandras ve ark (1991)'de restorasyonların ağız içerisinde maruz kaldıkları termal ve okluzal streslerin tam olarak taklit edilmesinin mekanik ve termal siklus kullanımıyla olabileceğini tavsiye etmişlerdir. Türkün ve Ergücü (2004), literatürdeki mikrosızıntı çalışmalarındaki gereç ve yöntemleri yaptıkları bir derlemede karşılaştırmışlar ve en sık kullanılan yaşlandırma yönteminin termal siklus olduğunu belirtmişlerdir. Termal siklus öncesi ve sonrasında örneklerin 37°C'deki distile suda 24 saat bekletilmesi gerektiğini de eklemişlerdir. Termal siklus uygulamasının çok büyük oranda 5°-55° C sıcaklıkları arasında (%98.7), çeşme suyu kullanılarak gerçekleştirildiğini (%96,6), en sık tercih edilen siklus sayısının 250-500 arasında olduğunu, ısı banyosunda kalma süresinin ise 30 saniye olarak (%82.7) uygulandığını belirtmişlerdir.

ISO TR 11450 (1994) standartları, doğru yapay bir yaşlandırma testi için termal siklus düzeneğinin 5°C -55°C arasındaki sıcaklıkta suda, 500 devirden oluşması gerektiğini işaret etmektedir. Bizim çalışmamızda in vivo şartları taklit etmek amacıyla, banyoda kalma sıcaklığı 5°C-55°C ve uygulama zamanı 30 sn olarak standardize edilmiş elektronik bir termal siklus cihazında örneklere 1000 devir termal siklus uygulandı (Owens ve ark 2006, Bektas ve ark 2013).

Restorasyon materyallerinde meydana gelen mikrosızıntı değerlerinin tespitinde boyar madde penetrasyon testleri, radyoizotoplar, kimyasal ajanlar, bakteriyel çalışmalar, hava basıncı yöntemi, nötron aktivasyon analizi, elektro-kimyasal çalışmalar ve mikroskopik inceleme yöntemleri kullanılabilir (Erdemir ve Yaman 2011). Mikrosızıntı çalışmalarının %86,8'inde örnekler boya çözeltilerinde

bekletilmişlerdir (Türkün ve Ergücü 2004). Bu organik boya çözeltilerinin kullanılmasının en eski ve en güvenilir yöntemlerden biri olduğu, sızıntı çalışmalarında uygulanmasının kolay ve maliyetinin de diğer yöntemlere göre düşük olduğu için sıklıkla tercih edildiği bildirilmiştir (Karadağ 2005).

Termal siklus ile yapılan yaşlandırmadan sonra örneklerin boya solüsyonunda bekleme süreleri araştırmacılara göre farklılık göstermektedir. 24 saat solusyon içerisinde beklemenin yeterli olacağını savunan araştırmacılar gibi bizim çalışmamızda da, tüm örneklerin kök uçları kompozit rezinle kapatılmış ve bütün dış yüzeyleri kavite kenarlarından 2 mm uzaktan geçecek şekilde iki kat kırmızı tırnak cilasıyla örtülmüş ve bu işlemlerin ardından örnekler %0.5'lik bazik fuksin çözeltisi içerisinde 24 saat bekletilmiş, daha sonra akan su altında yıkanmıştır (Öztürk ve ark 2004, Alptekin ve ark 2010).

Lazerin klinik kullanımı son yıllarda oldukça genişlemiştir. Dış yüzeylerini asitle pürüzlendirirken bazı komplikasyonlara neden olunabileceği göz ardı edilmemelidir. Mine yüzeylerinin lazerle pürüzlendirilmesi asitle pürüzlendirmeye alternatif olabilmektedir. Ayrıca lazerle pürüzlendirilen mine yüzeyinin çatlak, düzensiz bir yapıya sahip olduğu ve bunun da adezyona daha uygun olduğu düşünüldüğünden; lazerle pürüzlendirme asitle pürüzlendirmeye alternatif olarak kullanılabilir (Visuri ve ark 1996).

Asit ile demineralize edilen mine yüzeyleri yetersiz adeziv penetrasyonu dolayısıyla çürüğe eğilimli yüzeyler haline dönüşebilmektedir (Martinez-Insua ve ark 2000). Fakat lazerle pürüzlendirildiğinde demineralizasyon olmayıp, dokudan sadece su ve organik bileşenler uzaklaştığı için çürüğe eğilimli yüzeyler oluşmadığı bildirilmiştir (Oho ve Morioka 1990).

Araştırmacılar, lazer ile pürüzlendirilen yüzeylerde mikro boşluklar oluştuğunu ve bu boşlukların remineralizasyon döngüsünde serbest iyonları hapsedebildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca lazerle pürüzlendirmenin antibakteriyel etki gösterebileceğini de rapor etmişlerdir (Oho ve Morioka 1990, Cehrelı ve ark 2006). Mine yüzeyi lazerle pürüzlendirilirken cihazın fiber uç kısmı dolayısıyla mine her bölgede aynı miktarda taranamayabilir. Asit uygulamasında minenin her tarafı

istenilen sürede asit ataklarına maruz bırakılabilir. Lazer sistemlerinde pürüzlendirme işlemini standardize edebilecek gelişmelerle bu farklılık ortadan kaldırılabılır.

Çalışmamızda yöntemler (frez, frez+lazer etching) karşılaştırıldığında gruplar arasında bir farklılık bulunmadı.

Oliveira ve ark (2008) yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer ile ve frezle açılan kavitelere ilave Er:YAG lazer ile yüzey pürüzlendirmesi yapmışlar ve mikrosızıntıya olan etkisini araştırmışlardır. 1.Grup: (Kontrol) Frez, 2.Grup: Lazer, 3.Grup: Lazer+lazer etch, 4.Grup: Lazer+lazer etch (without water-spray). İki aşamalı self-etch adeziv sistem olan SE Bond kullanılarak restore edilen kavitelere, termal siklusun ardından gümüş nitrat solüsyonu içerisinde bekletilmiş ve sızıntı değerleri kıyaslanmıştır. Okluzal marjinler arasında gruplarda farklılık oluşmazken, gingival marjinlerde en düşük sızıntı değerini lazerle prepare edilen Grup 2 göstermiştir. Er:YAG lazer ile açılan kavitelere ilave Er:YAG lazer etching yapılmasının, SE Bond ile yapılan kompozit restorasyonlarda sızıntıyı yeterince azaltmadığı bildirilmiştir.

Yassaei ve ark (2014) çalışmalarında Er:YAG lazer etching ve asit etching yöntemlerinin braket yapıştırmada makaslama bağlanma dayanımına etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarında asit etching işleminin, lazer etchinden daha başarılı sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir. Nedeni olarak ise lazer uygulamasının el hassasiyetinde gerçekleştiği ve minenin her bölgesinde eşit tarama yapılamaması düşünülmüştür. SEM görüntülerinde Er:YAG lazer ile pürüzlendirilen minede Silverstone ve ark (1975)'nin belirttiği gibi tip 3 asitleme görüntüsü izlenmiştir. Tip 1 asitleme görüntüsünde mine prizmalarının korlarında daha fazla çözünme olurken, prizma periferleri daha az etkilenmiştir. Tip 2 asitleme görüntüsünde, prizma periferleri daha çok çözülmüş, tip 3 asitleme görüntüsünde ise tip 1 ve tip 2 görüntüsü beraber izlenmiştir. Hem prizma korlarından hem de çeperlerinden çözünme olduğu gözlenmiştir. Asitle pürüzlendirilen mine yüzeyinde Silverstone ve ark (1975)'nin belirttiği gibi tip 1 asitleme görüntüsü elde edilmiştir. Lazerle pürüzlendirilen mine yüzeyinin SEM görüntülerinde herhangi bir çatlak, kırık oluşumu izlenmezken, asitle pürüzlendirilen minede SEM görüntülerinde çatlak görüldüğü rapor edilmiştir.

Aranha ve ark (2005), sığır dişlerinde geleneksel yöntem olan frez ve lazer ile açılmış sınıf V kavitelerdeki mikrosızıntı değerlerini farklı adeziv sistemlerle beraber araştırmışlar ve preperasyon yöntemleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmişlerdir. SE Bond adeziv sistem uygulanan grupta diğer adeziv sistemlerden (iki aşamalı self-etch adeziv AdheSE, iki aşamalı total-etch adeziv Single Bond) daha az mikrosızıntı görüldüğü rapor edilmiştir.

Akıcı kompozit rezinler, geleneksel kompozitlere nazaran servikal bölge lezyonlarının restorasyonunda geniş kullanım alanına sahiptirler. Estetik olmaları, vizkozitelerinin düşük olması, kolay uygulanabilir olmaları (Attar ve ark 2003, Miyasaka ve Okamura 2009) ve daha yoğun kıvamlı materyallere kıyasla kaviteye daha kolay adapte olabilmeleri gibi özelliklere sahiptir (Kleverlaan ve Feilzer 2005, Qin ve Liu 2005). Akıcı kompozitler sınıf II kavitelere de stres kırıcı olarak kullanılabilirler (Sadeghi 2012). Günümüzde en güncel akıcı kompozitler; herhangi bir adeziv sistem uygulaması gerektirmeyen, diş dokularıyla kendi kendine bağlanabilen self-adeziv akıcı kompozitlerdir. Bu kompozitlerin kullanıma sunulmasıyla adeziv sistem uygulanarak harcanan vakit ortadan kalkmış, hekime ve hastaya daha rahat tedavi imkanı sunulmuştur. Çalışmamızda bu yeni geliştirilen üç farklı self-adeziv kompozitin (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin), klinikte rutinde kullanılmakta olan geleneksel bir akıcı kompozitle (Ultimate Flow) mikrosızıntılarını kıyaslamak ve klinik kullanıma fikir oluşturabilmek amaçlandı.

Klinikte adeziv sistemler arasında en sık kullanılan iki aşamalı self-etch adeziv sistemlerden Clearfil SE Bond ve üç aşamalı total-etch adeziv sistemlerden OptiBond FL, çalışmamızda kullanılmak üzere seçildi. Çalışmamızda kullanılan bonding ajanlar genel olarak kendi içlerinde mikrosızıntı açısından değerlendirildiğinde, self-etch (SE Bond) uygulanan gruplarda total-etch (OptiBond FL) uygulanan gruplara nazaran daha az mikrosızıntı değerleri görüldüğü, fakat bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulundu. Herhangi bir adeziv sistem uygulanmadan self-adeziv kompozitlerle (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin) hazırlanan gruplarda self-etch ve total-etch adeziv sistemle beraber uygulanan gruplara göre anlamlı derecede yüksek mikrosızıntı değerleri bulundu. Bunun nedeninin self-adeziv kompozitlerin kaviteye yeterli adaptasyon

gösterememesinden ve diş-restorasyon arası oluşan boşluklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda genel olarak kompozitlerin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu. Ancak self-adezivler arasında (Vertise Flow, Constic, Fusio Liquid Dentin) farklılık tespit edilmezken, geleneksel akıcı kompozit Ultimate Flow'un ise her üç self-adeziv kompozitten daha az mikrosızıntı gösterdiği görüldü.

Bektaş ve ark (2013) çalışmalarında sınıf V kaviteelerde self-adeziv akıcı kompozitin (Vertise Flow) tek şişe self-etch adeziv sistem (Optibond All in one) uygulanarak ve uygulanmayarak geleneksel akıcı kompozitle (Revolution Formula 2 Flow) mikrosızıntısını kıyaslamışlardır. Optibond+Vertise flow grubu; Optibond+ Revolution Formula 2 Flow ve Vertise Flow gruplarından daha az mikrosızıntı göstermiştir. Vertise Flow self-adeziv akıcı kompoziti, Optibond ürünleriyle aynı adeziv teknolojiyi içermektedir. Miyazaki ve ark (1995) adeziv rezin içerisindeki doldurucuların adeziv rezinin viskozitesini arttırdıkları için dentin yüzeyini yeterli ıslatmadığından; monomerlerin penetrasyonunun ve dolayısıyla makaslama bağlanma dayanımının azalmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada mikrosızıntı değerlerinde Optibond+ Revolution Formula 2 Flow ve Vertise Flow gruplarında istatistiksel olarak fark belirtilmemiştir. Ferrrari ve Vichi (2010) Vertise Flow self-adeziv kompozitinin, self-etch adeziv+akıcı kompozit gruplarından daha az mikrosızıntı gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda frezle hazırlanan Vertise Flow akıcı kompozitin tek başına uygulandığı grubun gingival marjindeki mikrosızıntı değerleri, Lazer etch+OptiBond FL+Fusio Liquid Dentin uygulanan grubun gingival marjindeki mikrosızıntı değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmazken, okluzal marjinlerinde Lazer etch+OptiBond FL+Fusio Liquid Dentin grubunda daha az sızıntı gözlemlendi. Frez grubunda SE Bond+Vertise Flow'un sızıntısının, SE Bond+Ultimate Flow grubuyla benzer olduğu bulundu. Çalışmalar arasındaki farklılıkların kullanılan adeziv sistemlerin (tek aşamalı, iki aşamalı self-etch) ve çalışma şartlarının farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Sadeghi (2012), yaptığı çalışmada sınıf V kavileri yeni geliştirilen self-adeziv bir kompozit (Embrace WetBond) ve farklı akıcı kompozitlerle restore etmiş ve mikrosızıntılarını karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarında self-adeziv kompozitin asit etching ve adeziv sistem kullanılarak uygulandığı grupta okluzal marjinlerde en az mikrosızıntı görülmüştür. Asit etching ve adeziv sistem uygulanmayan gruplarda okluzal skorlar diğer gruplardan yüksek bulunmuşken, gingival skorlarda farklılık tespit edilmemiştir. Embrace WetBond asit etching ya da adeziv sistemle beraber uygulandığında okluzal marjinlerde daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

Sınıf V kavilerin servikal bölge marjinlerinde okluzal marjinlerine göre daha fazla sızıntının olduğunu gösteren çalışmalar olduğu gibi (Ramos ve ark 2000) aksi görüşte olan çalışmalar da vardır. Estafan ve Estafan (2000)'nın yaptıkları çalışmada sınıf V kavilerin akıcı kompozitlerle restorasyonundan sonra gingival ve okluzal marjinlerin mikrosızıntılarını karşılaştırmışlar. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmediğini belirtmişlerdir (Estafan ve Estafan 2000). Bizim çalışmamızda genel olarak gingival ve okluzal marjinler arasında mikrosızıntı açısından istatistiksel bir farklılık tespit edildi. Gingival marjinlerde, okluzal marjinlere oranla daha fazla mikrosızıntı gözlemlendi. Gingival ve okluzal marjinlerin her ikisi de minede sonlanmış olmasına rağmen oluşan bu farklılığın, kalan mine tabakasının kalınlığının kenar sızıntısı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu belirten çalışmalar doğrultusunda (Leevailoj ve ark 2001, Altun ve ark 2008) servikal duvarda kalan mine tabakasının okluzal kenardan daha ince ve daha geçirgen olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Borsatto ve ark (2006) süt dişlerinde farklı preparasyon yöntemleriyle hazırlanan sınıf V kavite marjinlerinde oluşan mikrosızıntıları karşılaştırmışlar. Çalışmada frez, Er:YAG Lazer ve air abrazyon yöntemleriyle prepare edilen kavitelere asit etching yapılmış ve en fazla mikrosızıntı lazer ile hazırlanmış kavitelere gözlenmiştir. Lazerle prepare edilen kavitelere konvansiyonel yöntemlerdeki gibi net, belirgin ve keskin sınırlara sahip değildir. Kavite duvarlarındaki düzensizlik, oluşan iç açılar ve düzensiz marjinler diş yapısıyla restoratif materyal arasında sıkı bir bağlanma oluşmasını olumsuz etkileyebilir. Bu, lazerle prepare edilen kavitelere diğer yöntemlerden daha fazla mikrosızıntı

oluşmasının nedeni olarak düşünülebilir (Palma Dibb 2002). Ayrıca Er:YAG lazerin kollajenden zengin intertübüler dentine ablasyonu fototermal etkisiyle birleşerek organik içeriklerin ayrışmasına ve kollajen fibrillerin degregasyonuna, büzülmesine veya erimesine neden olarak tübül ağzlarının açılmasıyla, asitleyici ajanın ve rezin monomerlerin interdifuze olmasını kısıtlamasıyla sonuçlanabilir (Hossain ve ark 2000).

Arami ve ark (2014)'nın yaptıkları çalışmada geleneksel sistem olan frezle hazırlanan ve asit etching yapılan sınıf V kavitelelerin, lazer ile açılan ve lazer etching yapılan sınıf V kavitelelerle mikrosızıntısı kıyaslanmıştır. 1.Grup: frez+asit etch, 2.Grup: lazer+asit etch, 3.Grup: lazer+lazer etch, 4.Grup: frez+lazer etch, 5.Grup: lazer+etching yok. Lazerle ve frezle yapılan yüzey işlemlerinin ve kavite hazırlığının mikrosızıntı değerlerinde anlamlı farklılık oluşturmadığı rapor edilmiştir. Sement marjinlerindeki sızıntının mine marjinlerindeki daha fazla olduğu belirtilmiştir. Mine marjinlerinde asit etching yapılmasının kompozit rezin restorasyonun mikrosızıntısını azalttığı rapor edilmiştir (Ben-Amar 1989). Fakat dentin marjinlerine asit etching yapılmasının mineye asit etching yapılması kadar mikrosızıntıyı azaltmayacağı bildirilmiştir (Sidhu 1994). Bizim çalışmamızda da kavite hazırlama yöntemi olarak frez kullanılmış, diğer gruba freze ilaveten lazer etching yapılmıştır. Sonuçlarımızda lazer etching uygulamasının mikrosızıntı değerlerinde herhangi bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Sonuçta iki kavite hazırlama yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Çalışmamızda kontrol gruplarımız olan SE Bond+Ultimate Flow ve OptiBond FL+Ultimate Flow gruplarının frez ve frez+lazer etching grupları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmadı. Ayrıca self-adeziv kompozitler arasında da her iki yöntem istatistiksel olarak farklılık oluşturmadı. Lazer etching yapılmasının sızıntının azalması yönünde herhangi bir etki oluşturmadığı tespit edildi.

Ceballos ve ark (2001) frezle hazırlanan sınıf V kavitelere asit etching, lazer etching ve asit+lazer etching uygulamalarının mikrosızıntıya etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, gingival marjinler mine-sement sınırında, okluzal marjinler minede sonlanmıştır. Gingival marjinler arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir. Okluzal marjinlerde ise asit etching yapılan grupta diğer gruplardan

istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük sızıntı değerleri rapor edilmiştir. Gingival kenardaki mikrosızıntı değerleri okluzal marjinden daha yüksek tespit edilmiştir. Mineye lazer etching uygulaması sızıntıyı azaltmada asit etching kadar etkili bulunmamıştır. Mine yüzeyine Er:YAG lazer uygulaması ile diş yüzeyinde pürüzlü bir alan oluşacağını bu düzensiz alanların; diş sert dokularına mekanik retansiyonla adezyonu artıracaklarını belirtmişlerdir. Yapılan SEM incelenmesinde ise asit uygulanan grupta mine yüzeylerinde gap formasyonu gözlenmemekte, sıkı bir kontakt ve rezin tag oluşumları izlenebilmektedir. Lazer ve lazer + asit uygulanan grupta ise ara yüzeylerde boşluklar gözlenmiştir.

Bahrololoomi ve Heydari (2014)'nın yaptıkları çalışmada; süt dişlerinde sınıf V kavitelelerin hazırlığında Er:YAG lazer ve geleneksel sistem olan frez kullanılmıştır. Kavitelelerin restorasyonlarında tek aşamalı self-etch (Adper Prompt L-Pop) veya iki aşamalı total-etch (Adper Single Bond) adezivlerle beraber kompozit rezinler kullanılmıştır. Sonuçlarda self-etch adeziv kullanıldığında lazer ve frezle yapılan kavite hazırlıklarının mikrosızıntıda istatistiksel olarak bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Fakat kullanılan adeziv sistem total-etch olduğunda, lazerle hazırlanan kavitelelerde daha yüksek mikrosızıntı değerleri gözlemlendiği rapor edilmiştir. Ceballo ve ark (2002); lazer uygulanan gruplarda bağlantının azalmasının, lazerin dentine ablyasyonunun dentindeki kollajen fibrillerin eriyerek birleşmesine ve fibriller arası boşluğun azalmasına yol açarak intertübüler retansiyonun azalmasıyla ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Vichi ve ark (2013)'nin yaptıkları çalışmada self-adeziv kompozitin sınıf I kavitelelerdeki mikrosızıntısını tek aşamalı self-etch adeziv sistemler (G-Bond, AdheSE One, Adper Easy Bond, Xeno V, iBOND) uygulayarak ve uygulamayarak kıyaslamışlardır. Adeziv sistem uygulanmadan tek başına self-adeziv kompozitin uygulandığı grupta diğer gruplardan düşük mikrosızıntı değerleri rapor edilmiştir. Bu değerlerin kabul edilebilir sınırlarda olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçların higroskopik genleşme (Hygroscopic expansion) ve göreceli olarak düşük polimerizasyon büzülmesi nedeniyle olabileceği belirtilmiştir. Vertise Flow materyalindeki polimerizasyon büzülmesinin higroskopik ekspansiyonla (genleşmeyle) kompanze edilebildiği ve kabul edilebilir mikrosızıntı değerleri gösterdiği düşünülmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre self-adeziv akıcı kompozit Kerr Vertise Flow, sınıf I kavitelelerde kullanıldığında tatmin edici sonuçlar göstermiştir.

Bizim çalışmamızda her üç self-adeziv kompozit tek başlarına uygulandıklarında, adeziv sistemle beraber uygulandıkları gruplara kıyasla daha fazla mikrosızıntı gösterdi. Self-adeziv kompozitlerin tek başlarına uygulandıkları grupların gingival kenar mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı. Okluzal kenar sızıntı değerlerinde ise sadece frez+Vertise Flow ve frez+Fusio Liquid Dentin arasında farklılık bulundu. Vertise Flow grubunda daha fazla mikrosızıntı gözlenmesi kompozitlerin doldurucu içeriklerinin ve diş dokusuna bağlanma mekanizmalarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

Self-adeziv kompozitler ve geleneksel akıcı kompozit Ultimate Flow'un iki aşamalı self-etch adeziv olan SE Bond ve üç aşamalı total-etch adeziv olan OptiBond FL ile beraber uygulanması; gingival ve okluzal marjinlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmadı.

Sınıf V kaviterlerde farklı preparasyon yöntemlerinin mikrosızıntıya olan etkisini araştırıldığı çalışmanın sonuçlarında, Er:YAG lazer ve frez ile prepare edilen sınıf V kaviterlerde mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşmadığı bildirilmiştir. Servikal marjinlerde okluzal marjinlere kıyasla daha fazla mikrosızıntı gözlenmiştir (Karaarslan ve ark 2012). Hossain ve ark (2003) lazerle prepare edilen mine ve dentin yüzeylerinin kompozit rezin restorasyonlarının mikrosızıntısının azalması için uygun yüzeyler olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada lazer ve frezle prepare edilen kaviterlerde mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel farklılık belirtilmemiştir. Lazerle prepare edilen kaviterlerin SEM değerlendirmesinde düzensiz, smear tabakasından yoksun yüzeylerde mine prizmaları ve dentin tübülleri açık bir şekilde izlenebilmektedir. Moldes ve ark (2009) hem Er:YAG, hem de Er,Cr:YSGG lazer ile prepare edilen kaviterlerde self-etch adezivler kullanıldığında total-etch adezivlerden dentin marjinlerinde daha az mikrosızıntı görüldüğünü rapor etmişlerdir. Bunun nedeni ise erbiyum lazerlerin mine ve dentine ablyasyonu sonucu smear tabakasından yoksun, retantif alanlar içeren, diş sert dokularındaki organik veya inorganik içeriklerde oluşan morfolojik ve belki de kimyasal değişikliklerle ilişkilendirilmiştir.

Günümüz iki aşamalı veya tek aşamalı self-etch adeziv sistemlerinde diş yapısını eş zamanlı asitleme ve yapıya primer uygulaması gerçekleşmektedir (Moura ve ark 2006). Bu sistemlerde smear tabakası uzaklaştırılmadan modifiye edilerek alttaki mine

ve dentin dokusuna penetrasyon sağlanarak pH'ına, içeriğine ve polimerize olabilecek asitlerin konsantrasyonuna bağlı olarak (Tay ve Pashley 2001) ince bir hibrit tabakası oluşturulur (Moura ve ark 2006).

Trelles ve ark (2012)'nin yaptıkları çalışmada frez ve Er,Cr:YSGG lazerin farklı enerji yoğunluklarıyla hazırlanan Sınıf V kavitelere mikrosızıntılarını karşılaştırmışlardır. Frezle hazırlanan gruplarda lazer gruplarına nazaran düşük mikrosızıntı değerleri rapor edilmiştir. Lazer grubunda düşük enerji yoğunluğundaki grubun diğer gruplara kıyasla daha az sızıntı gösterdiği bildirilmiştir. Bu grupta diş yapısının, dentin tübüllerinin ve kollajen durumunun daha güçlü ve daha etkili bir final restorasyon için uygun olduğu belirtilmiştir (Trelles ve ark 2012). Pashley ve Tay (2001) ve Ibarra ve ark (2002)'nin bildirdiğine göre güçlü ve orta düzeyde asidik self-etch adezivler Sınıf V kavitelere mine marjinlerinde yeterli kapamayı sağlayabilmektedirler (Pashley ve Tay 2001, Ibarra ve ark 2002).

Khan ve ark (1998) ve Niu ve ark (1998) yaptıkları çalışmalarda Er:YAG lazerle prepare edilen sınıf V kavitelere mikrosızıntı değerlerini kıyaslamışlardır. Lazer ve frez grubu arasında anlamlı farklılık belirtilmemiştir. Yine lazerle prepare edilen kavitelere restorasyon öncesi asit uygulanıp uygulanmamasına göre değerlendirmişler ve mikrosızıntı değerlerinde farklılık oluşmadığını rapor etmişlerdir.

Mercangöz (2010), fissür örtücülerin farklı pürüzlendirme teknikleriyle hazırlanan dişlere bağlantısını incelemiştir. Fosforik asit ile pürüzlendirilen mine yüzeyinin Er:YAG lazer ve Er:YAG+asitle pürüzlendirme gruplarına kıyasla bağlantı için daha uygun olduğunu belirtmiştir. Bu farklılığın lazer uygulanmış minede su, karbonat ve organik madde kaybı dolayısıyla mikro boşluklara bağlı olabileceği belirtilmiştir (Oho ve Morioka 1990).

Araştırmacılar Er:YAG lazer kullanarak yaptıkları mikrosızıntı çalışmalarında, lazer uygulanan yüzeylerin geleneksel yöntemlerle hazırlanan yüzeylerden daha sert olduğunu ve marjinal kenarlarda mikroboşluklar oluştuğunu rapor etmişlerdir. Bu boşluklar dolayısıyla mikrosızıntının arttığı bildirilmiştir (Ramos ve ark 2002, Corona ve ark 2003).

Corona ve ark (2003) çalışmalarında Er-YAG lazer kullanılarak kavite

preperasyonunu geleneksel yöntemlere kıyaslamış ve lazerle hazırlanan kavitelere daha fazla mikrosızıntı rapor edilmiştir.

Genel olarak lazerle ilgili yapılan mikrosızıntı çalışmalarında geleneksel yöntem olan frezle preperasyona nazaran daha fazla mikrosızıntı gözlemlendiği çalışmalarda bildirilmiştir. Minede dentine oranla inorganik içerik daha fazla bulunduğu asitlere dentinden daha dayanıklıdır. Bazı araştırmacılar self-etch adezivlerin minede fosforik asite benzer etki gösterdiklerini fakat total-etch adezivler kadar etkili olmadıklarını savunurken (Kucukesmen ve Sonmez 2008, Küçükeşmen ve Erdoğan 2009), son zamanlarda artık self-etch adezivlerinde total-etch adezivler kadar başarılı olduğunu savunan araştırmacılar da vardır (Ramos ve ark 2002, Tay ve ark 2003, Kucukesmen ve Sonmez 2008).

Bizim çalışmamızda ise frez ile hazırlanan kavitelere asit etching işlemine alternatif olarak lazer etching işlemi uygulanmıştır. Lazer etching işleminin asit etching işlemine kıyasla sızıntı değerlerinde herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığı ve hem self-etch adezivlerde hem de total-etch adezivlerde lazer etching uygulamasının restorasyonun sızdırmazlığına olumsuz etki etmeyeceği görülmüştür. Buna göre self-etch adezivler total-etch adezivlere nazaran daha kolay klinik kullanım ve daha az teknik hassasiyet gerektirdiklerinden tercih edilebilirler. Lazer etching işleminin de asit etching işlemine alternatif olarak kullanılabilmesi sonucuna varmaktayız.

Bertrand ve ark (2008), yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer ve frez kullanılarak prepare edilen sınıf V kavitelere self-etch adeziv yada total-etch adeziv sistemden hangisi kullanılırsa kullanılsın mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşmadığını bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda, Yaman ve ark (2012) ile uyumlu olarak iki aşamalı self-etch adeziv sistem ve üç aşamalı total-etch adeziv sistem arasında mikrosızıntı değerlerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmedi.

Fattah ve ark (2013), yaptıkları çalışmada sınıf V kaviteyi hazırlarken Er,Cr:YSGG lazer ve frez kullanılıp, asit-etching veya lazer etching uygulanmasına göre mikrosızıntılarını kıyaslamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre en fazla mikrosızıntı lazerle prepare edilmiş ve lazer etching yapılmış grubun gingival marjinleri olurken, en az mikrosızıntı ise lazerle preperasyonu takiben asit etching yapılan grubun okluzal marjinlerinde gözlenmiştir. Ayrıca bütün gruplarda gingival marjinlerde oluşan

mikrosızıntı okluzal marjnlere kıyasla daha fazla rapor edilmiştir. Bunun nedeni olarak gingival marjinlerin mine-sement sınırının 1 mm kadar apikalinde sonlanması, okluzal marjinlerin minede olup mineye adezyonun daha iyi olması gösterilmiştir. Bu çalışmaya göre lazerle kavite preparasyonu geleneksel frezle preparasyona alternatif olarak kullanılabilir ve asit etching uygulaması lazer etching uygulamasına kıyasla mikrosızıntıyı azaltmada daha etkili bulunmuştur. Gutknecht ve ark (2001), kaviteilerin lazerle ve frezle preparasyonunu takiben asit etching uygulamasının istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Rengo ve ark (2012)'nin yaptıkları çalışmada self-etch adeziv ve self-adeziv kompozit uygulanmadan önce asit uygulamasının mikrosızıntı üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Sınıf V kaviteilerin gingival marjinleri dentinde sonlanmış, okluzal marjinleri minede sonlanmışdır. Materyaller arasında mine marjinlerinde bir farklılık belirtilmezken, dentin marjinlerinde en fazla sızıntının asit+Vertise flow grubunda olduğu bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak kullanılan restoratif materyalin ıslatabilirliği düşünülmektedir. Dentine fosforik asit uygulandıktan sonra, dentin tübüllerinin arasına ve kollojen fibril ağı içerisine viskozitesi adeziv sistemden daha fazla olan self-adeziv akıcı kompozitin penetrasyonu yetersiz kalabilmektedir. Bizim çalışmamızda da hem self-etch adeziv sistemde hem de total-etch adeziv sistemde lazer etching uygulaması herhangi bir farklılık oluşturmamıştır. Lazer etching yönteminin de asit etching yöntemine alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Margvelashvili ve ark (2013) çalışmalarında Vertise flow'un pit ve fissürlerde mikrosızıntısını fosforik asit+fissür sealent ve self-etch adeziv+fissür sealent gruplarıyla kıyaslamışlardır. Her üç grupta da birbirlerine benzer mikrosızıntı değerleri rapor edilmiştir.

Sassi ve ark (2004)'nin yaptıkları çalışmada Er:YAG lazer etching ile asit etching işlemini kıyaslamışlardır. Asit etching uygulanan yüzeyde ince ve homojen hibrit tabakası oluşumu, bunun yanında tek tip konik tagların oluştuğu bildirilmiştir. Lazer etching yapılan yüzeyde ise düzensiz ve ince hibrit tabakası, ince ve şekilsiz tag oluşumu belirtilmiştir (Sassi ve ark 2004). Asit etching işleminden farklı olarak Er:YAG lazer ile etching yapıldığında smear tabakası tamamen ortadan kalkar. Dentin tübüllerinin açık olduğu ve pürüzlü mikroretatif bir alan oluştuğu bildirilmiştir. Bu

pürüzlü yapısında, kullanılacak restoratif materyallerin retansiyonu için önemli olduğu bildirilmiştir.

Arttrill ve ark (2000)'nin yaptıkları çalışmalarda minede değişik lazer parametrelerinde Er:YAG lazer uygulamasının makaslama bağlanma dayanımına etkinliğini değerlendirmişler ve asit etching ve lazer ile yüzey pürüzlendirmeyi karşılaştırmışlar ve asit ile yapılan pürüzlendirme işleminin daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Geleneksel asit etching yöntemini en iyi yöntem olarak göstermişlerdir.

Chinelatti ve ark (2006)'nin yaptıkları bir çalışmada Er:YAG lazerle kavite preparasyonları ve yüzey pürüzlendirme işlemleri, geleneksel frez ile kavite preparasyonu ve asit etching işlemleri ile kıyaslanmıştır. Yapılan preparasyonlarda en az mikrosızıntı değerini frezle preparasyon+asit etching grubu göstermiştir. Er:YAG lazer ile kavite preparasyonunun ve lazer etching işleminin zayıf marjinal kapama ve yüksek mikrosızıntı değerleri gösterdikleri rapor edilmiştir.

Delme ve ark (2005)'nin yaptıkları çalışmada, geleneksel yöntem ve Er:YAG lazerler kullanılarak açılan ve lazer etching ya da asit etching uygulamasını takiben üç aşamalı farklı iki total-etch adeziv sistem ve bunlarla aynı firmaya ait iki farklı kompozit kullanılarak restore edilen kavitelere; mikrosızıntılarını kıyaslamışlardır. Çalışmanın sonuçlarında kavitlerin hazırlık aşamalarındaki prosedürlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı belirtilmiştir. Er:YAG+lazer etching grupları hariç diğer grupların hepsinde gingival kenara ait mikrosızıntı değerlerinin okluzal kenarda oluşan sızıntıya kıyasla daha fazla olduğu bildirilmiştir. Sadece bu gruplarda gingival ve okluzal skorlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirtilmemiştir. Keller ve Hibst (1990)'in belirttiğine göre Er:YAG lazerin yüzeyde oluşturduğu etki asit etching ile benzer yapıdadır (Keller ve Hibst 1990). Çalışmada kullanılan bonding ajanlar kendi içlerinde değerlendirildiği zaman, mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirtilmemiştir. Bu çalışmanın SEM sonuçlarına göre, mine yüzeyine lazer uygulamasının düzensiz bir yüzey oluşturduğu, mine rodlarının ve prizmalarının anahtar deliği (keyhole) şeklinde görüldüğü bildirilmiştir. Lazer uygulanmış (lazer+lazer etch veya frez+lazer etch) mine yüzeyine asit uygulaması yapıldığında ise yüzeyde oldukça granuler tarzda bir yapı olduğu bildirilmiştir. Lazer uygulamasının ardından dentinde buharlaşma dolayısıyla dentin tübüllerinin arasında boşluklar ve smear tabakasından

yoksun düzensiz yüzeyler oluşmaktadır (Delme ve ark 2005).

Bizim çalışmamızda SEM görüntülerinde asitle pürüzlendirilen mine yüzeyinde prizma korlarında daha fazla çözünme olurken, periferlerde daha az çözünme dolayısıyla Tip 1 asitleme görüntüsü elde edildi. Lazerle pürüzlendirilen mine yüzeyinde çatlaklar izlenirken, bazı alanlarda prizma korlarından bazı alanlarda periferden daha fazla çözünme dolayısıyla Tip 3 asitleme görüntüsü elde edildi.

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızın in vitro şartlarda yapıldığı göz önünde bulundurularak, Er:YAG lazer ve geleneksel yöntem ile hazırlanan çürükten etkilenmiş dentinde farklı self-adeziv kompozitlerin ve farklı adeziv sistemlerin bağlanma dayanımlarının ve sınıf V kavitelere Er:YAG lazer etching uygulamasının mikrosızıntıya olan etkisinin değerlendirildiği çalışmamızdan aşağıdaki sonuç ve önerileri çıkarabiliriz:

- 1.Makaslama bağlanma dayanımı değerleri incelendiğinde genel olarak çürükten etkilenmiş dentinde geleneksel akıcı kompozitlerin, self-adeziv kompozitlerden daha iyi bağlanma gösterdiği bulundu.
2. Çürük temizleme yöntemlerinden lazerin freze kıyasla bağlanmayı olumsuz etkilediği görüldü.
3. Self-adeziv kompozitler tek başlarına uygulandıkları gruplarda, adeziv sistemlerle beraber uygulandıkları gruplara nazaran daha düşük bağlanma performansı gösterdiler.
4. Adeziv sistemlerden SE Bond ve Optibond FL, çürükten etkilenmiş dentin üzerine başarılı bağlanma gösterdiler.
5. Adeziv sistemler+self-adeziv kompozitler ve adeziv sistemler+geleneksel akıcı kompozit arasında benzer bağlanma performansları görüldü.
6. Genel olarak sızıntı değerlendirmesinde okluzal marjinlerin sızdırmazlığının gingival marjinlerden daha iyi olduğu gözlemlendi.
7. Sınıf V kavitelere lazer etching uygulaması yapılmasının hem gingival hem de okluzal kenarın sızdırmazlığına etkisi olmadığı gözlemlendi.
8. Self-adeziv kompozitlerin adeziv sistemlerle beraber uygulanmasının restorasyonun sızdırmazlığına katkı sağladığı görüldü.
9. SE Bond ve Optibond FL arasında mikrosızıntı performanslarında farklılık tespit edilmedi.
10. Her üç self-adeziv kompozit, bağlanma performansı ve restorasyonun sızdırmazlığı

bakımından başarılı sonuçlar göstermediler.

11. İn vitro testler materyallerin verimliliği hakkında ön bilgi edinmemizi sağlamalarına karşın, ağız ortamında etkinliğini değerlendirmek ve bu materyallerin daha etkin kullanımlarını sağlayabilmek adına uzun dönem klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Adams TC, Pang PK, 2004. Lasers in aesthetic dentistry. *Dent Clin N Am*, 48, 4, 833-60.
- Adrian JC, Bernier JL, Sprague WG, 1971. Laser and the dental pulp. *J Am Dent Assoc*, 83, 1, 113-7.
- Akinmade AN, 1993. Glass-ionomer cements as adhesives. In: *Fundamental aspects and their clinical relevance*. *J Mater Sci Mater Med*, p. 95-101.
- Alani AH, Toh CG, 1997. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent*, 22, 4, 173-85.
- Alptekin T, Ozer F, Unlu N, Cobanoglu N, Blatz MB, 2010. In vivo and in vitro evaluations of microleakage around class I amalgam and composite restorations. *Oper Dent*, 35, 6, 641-8.
- Altun C, Güven G, Başak F, Akbulut E, 2008. Süt dişi sınıf V kavitelere akışkan kompozit uygulamasının mikrosızıntı üzerine etkileri. *Dicle Üniv. Dişhek. Fak. Derg.*, 2, 13-23.
- Altunsoy M, Botsali MS, Sari T, Onat H, 2014. Effect of different surface treatments on the microtensile bond strength of two self-adhesive flowable composites. *Laser Med Sci*. DOI 10.1007/s10103-014-1640-2
- Amaral CM, Peris AR, Ambrosano GM, Pimenta LA, 2004. Microleakage and gap formation of resin composite restorations polymerized with different techniques. *Am J Dent*, 17, 3, 156-60.
- Aoki A, Ishikawa I, Yamada T, Otsuki M, Watanabe H, Tagami J, Ando Y, Yamamoto H, 1998. Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. *J Dent Res*, 77, 6, 1404-14.
- Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I, 2004. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol* 2000, 36, 59-97.
- Apel C, Meister J, Gotz H, Duschner H, Gutknecht N, 2005. Structural changes in human dental enamel after subablative erbium laser irradiation and its potential use for caries prevention. *Caries Res*, 39, 1, 65-70.
- Arami S, Shahabi S, Tabatabaie M, Chiniforush N, Morshedi E, Torabi S, 2014. Assessing microleakage of composite restorations in class V cavities prepared by Er: YAG laser irradiation or diamond bur. *J Conservative Dent*, 17, 3, 216.
- Aranha AC, De Paula Eduardo C, Gutknecht N, Marques MM, Ramalho KM, Apel C, 2007. Analysis of the interfacial micromorphology of adhesive systems in cavities prepared with Er,Cr:YSGG, Er:YAG laser and bur. *Microsc Res Techniq*, 70, 8, 745-51.
- Aranha AC, Turbino ML, Powell GL, Eduardo Cde P, 2005. Assessing microleakage of class V resin composite restorations after Er:YAG laser and bur preparation. *Laser Surg Med*, 37, 2, 172-7.
- Arias VG, Campos IT, Pimenta LA, 2004. Microleakage study of three adhesive systems. *Braz Dent J*, 15, 3, 194-8.
- Armengol V, Jean A, Rohanizadeh R, Hamel H, 1999. Scanning electron microscopic analysis of diseased and healthy dental hard tissues after Er:YAG laser irradiation: in vitro study. *J Endodont*, 25, 8, 543-6.
- Armstrong SR, Vargas MA, Fang Q, Laffoon JE, 2003. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. *J Adhe Dent*, 5, 1, 47-56.
- Attar N, Tam LE, McComb D, 2003. Flow, strength, stiffness and radiopacity of flowable resin composites. *J Can Dent Assoc*, 69, 8, 516-21.
- Attrill D, Farrar S, King T, Dickinson M, Davies R, Blinkhorn A, 2000. Er: YAG ($\lambda= 2.94 \mu\text{m}$) laser etching of dental enamel as an alternative to acid etching. *Laser Med Sci*, 15, 3, 154-61.
- Avery J, Chiego D, 2006. Dentin. In: *Essentials of Oral Histology and Embryology*. Eds:Er ST. Louis: Mosby C, p.107-36.
- Axelsson P, 2000. Etiologic Factors Involved In Dental Caries, Development and Diagnosis of Carious Lesions. In: *Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries*. Eds: Axelsson P, Karlstad: Quintessence Publishing Co. Ltd, p.1-40, 179-247.
- Bahrololoomi Z, Heydari E, 2014. Assessment of tooth preparation via Er:YAG laser and bur on microleakage of dentin adhesives. *J Dent (Tehran, Iran)*, 11, 2, 172-8.
- Banerjee A, Kidd EA, Watson TF, 2000b. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res*, 34, 2, 144-50.
- Banerjee A, Kidd EA, Watson TF, 2000c. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *J Dent*, 28, 3, 179-86.
- Banerjee A, Watson TF, Kidd EA, 2000a. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Brit Dent J*, 188, 9, 476-82.
- Barkmeier WW, Hammesfahr PD, Latta MA, 1999. Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1.. *Oper Dent*, 24, 1, 51-6.

- Barkmeier WW, Shaffer SE, Gwinnett AJ, 1986. Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. *Oper Dent*, 11, 3, 111-6.
- Baroudi K, Saleh AM, Silikas N, Watts DC, 2007. Shrinkage behaviour of flowable resin-composites related to conversion and filler-fraction. *J Dent*, 35, 8, 651-5.
- Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ, Jr., Stamatiades P, Wilkerson M, 1998. A characterization of first-generation flowable composites. *J Dent Am Assoc*, (1939), 129, 5, 567-77.
- Bektas OO, Eren D, Akin EG, Akin H, 2013. Evaluation of a self-adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontol Scand*, 71, 3-4, 541-6.
- Ben-Amar A, 1989. Microleakage of composite resin restorations. A status report. *Am J Dent*, 2, 4, 175-80.
- Berkovitz B, Holland GR, Moxham B, 2002. Dentine. In: *Oral Anatomy, Embryology and Histology*. Eds: St. Louis: Mosby C, p.125-48.
- Bertrand MF, Brulat N, Lazzarini V, Marcato G, Namour S, Rocca JP, 2008. Er:YAG laser cavity preparation and semi-direct composite resin restoration: a microleakage study. *Photomedicine Laser Surg*, 26, 5, 473-7.
- Bertrand MF, Hessleyer D, Muller-Bolla M, Nammour S, Rocca JP, 2004. Scanning electron microscopic evaluation of resin-dentin interface after Er:YAG laser preparation. *Laser Surg Med*, 35, 1, 51-7.
- Bertrand MF, Semez G, Leforestier E, Muller-Bolla M, Nammour S, Rocca JP, 2006. Er:YAG laser cavity preparation and composite resin bonding with a single-component adhesive system: relationship between shear bond strength and microleakage. *Laser Surg Med*, 38, 6, 615-23.
- Borsatto MC, Corona SA, Chinelatti MA, Ramos RP, de Sa Rocha RA, Pecora JD, Palma-Dibb RG, 2006. Comparison of marginal microleakage of flowable composite restorations in primary molars prepared by high-speed carbide bur, Er:YAG laser, and air abrasion. *J Dent Child (Chicago, Ill.)*, 73, 2, 122-6.
- Bowen RL, Marjenhoff WA, 1992. Dental composites/glass ionomers: the materials. *Adv Dent Res*, 6, 44-9.
- Bradna P, Vrbova R, Dudek M, Roubickova A, Housova D, 2008. Comparison of bonding performance of self-etching and etch-and-rinse adhesives on human dentin using reliability analysis. *J Adhe Dent*, 10, 6, 423-9.
- Brulat N, Leforestier E, Rocca JP, Darquet-Cerretti E, Bertrand MF, 2008. Shear bond strength of self-etching adhesive systems to Er:YAG laser-prepared dentine with and without pulpal pressure simulation. *Photomedicine Laser Surg*, 26, 6, 579-83.
- Buonocore MG, 1955. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34, 6, 849-53.
- Burgess JO, Walker R, Davidson JM, 2002. Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24, 5, 465-79.
- Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J, Carvalho RC, Lambrechts P, Van Meerbeek B, 2008. Influence of Er,Cr:YSGG laser treatment on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *J Adhe Dent*, 10, 1, 25-33.
- Cardoso PE, Braga RR, Carrilho MR, 1998. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater:official publication of the Academy of Dental Materials*, 14, 6, 394-8.
- Castelnuovo J, Tjan AH, Liu P, 1996. Microleakage of multi-step and simplified-step bonding systems. *Am J Dent*, 9, 6, 245-8.
- Ceballos L, Toledano M, Osorio R, Tay FR, Marshall GW, 2002. Bonding to Er-YAG-laser-treated dentin. *J Dent Res*, 81, 2, 119-22.
- Ceballos L, Camejo DG, Victoria Fuentes M, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH, 2003. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *J Dent*, 31, 7, 469-77.
- Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Marshall GW, 2001. Microleakage of composite restorations after acid or Er-YAG laser cavity treatments. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 17, 4, 340-6.
- Cehreli SB, Gungor HC, Karabulut E, 2006. Er,Cr:YSGG laser pretreatment of primary teeth for bonded fissure sealant application: a quantitative microleakage study. *J Adhe Dent* 8, 6, 381-6.
- Chinelatti MA, Ramos RP, Chimello DT, Corona SA, Pecora JD, Dibb RG, 2006. Influence of Er:YAG laser on cavity preparation and surface treatment in microleakage of composite resin restorations. *Photomedicine Laser Surg*, 24, 2, 214-8.
- Coluzzi DJ, 2000. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin N Am*, 44, 4, 753-65.

- Coluzzi DJ, 2004. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin N Am*, 48, 4, 751-70.
- Corona SA, Borsatto MC, Pecora JD, Rocha RA, Ramos TS, Palma-Dibb RG, 2003. Assessing microleakage of different class V restorations after Er:YAG laser and bur preparation. *J Oral Rehabil*, 30, 10, 1008-14.
- Craig R, Powers J, 2002. Bonding to dental substrates. In: *Restorative dental materials*. Eds: Louis S, 11 th edition. USA: Mosby, p. 259-86.
- da Silva MP, Barceleiro MO, Dias KR, Zanin F, 2011. Shear bond strength of two adhesive systems bonded to Er:YAG laser-prepared dentin. *Gen Dent*, 59, 3, e96-100.
- Dammaschke T, Stratmann U, Mokrys K, Kaup M, Reiner Ott KH, 2002. Reaction of sound and demineralised dentine to carisolv in vivo and in vitro. *J Dent*, 30, 1, 59-65.
- Davidson CL, Feilzer AJ, 1997. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent*, 25, 6, 435-40.
- Davis N, 2003. A nanotechnology composite. *Comp Cont Educ Dent*, 24, 9, 662, 5-7, 9-70.
- Dayangaç B, 2000. *Kompozit Rezin Restorasyonlar*, Ankara, Güneş Kitapevi, s. 1-20, 44-50, 74-84.
- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B, 2005. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*, 84, 2, 118-32.
- De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K, Lambrechts P, 2004. Four-year water degradation of a resin-modified glass-ionomer adhesive bonded to dentin. *Eur J Oral Sci*, 112, 1, 73-83.
- De Munck J, Van Meerbeek B, Yudhira R, Lambrechts P, Vanherle G, 2002. Micro-tensile bond strength of two adhesives to Erbium:YAG-lased vs. bur-cut enamel and dentin. *Eur J Oral Sci*, 110, 4, 322-9.
- de Oliveira MT, Reis AF, Arrais CA, Cavalcanti AN, Aranha AC, de Paula Eduardo C, Giannini M, 2013. Analysis of the interfacial micromorphology and bond strength of adhesive systems to Er:YAG laser-irradiated dentin. *Laser Med Sci*, 28, 4, 1069-76.
- Dederich DN, Bushick RD, 2004. Lasers in dentistry: separating science from hype. *J Dent Am Assoc* (1939), 135, 2, 204-12
- Delme KI, Deman PJ, De Moor RJ, 2005. Microleakage of class V resin composite restorations after conventional and Er:YAG laser preparation. *J Oral Rehabil*, 32, 9, 676-85.
- Delme KI, Deman PJ, Nammour S, De Moor RJ, 2006. Microleakage of class V glass ionomer restorations after conventional and Er:YAG laser preparation. *Photomedicine Laser Surg*, 24, 6, 715-22.
- Dunn WJ, Davis JT, Bush AC, 2005. Shear bond strength and SEM evaluation of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin and enamel. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 21, 7, 616-24.
- Eguro T, Maeda T, Otsuki M, Nishimura Y, Katsuomi I, Tanaka H, 2002. Adhesion of Er:YAG laser-irradiated dentin and composite resins: application of various treatments on irradiated surface. *Laser Surg Med*, 30, 4, 267-72.
- Eliades A, Birpou E, Eliades T, Eliades G, 2013. Self-adhesive restoratives as pit and fissure sealants: a comparative laboratory study. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 29, 7, 752-62.
- Eligüzeloğlu E, 2007. *Servikal Bölgedeki Çürüksüz Lezyonlara Farklı Bağlayıcı Sistemlerin Bağlanma Dayanımlarının, İn Vivo ve İn Vitro Olarak İncelenmesi*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erdemir U, Yaman BC, 2011. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve mikrosızıntı araştırma yöntemleri/microleakage in dentistry and microleakage evaluation techniques. *J Dent Fac Istanbul Univ*, 45, 1, 25-35.
- Ergucu Z, Celik EU, Unlu N, Turkun M, Ozer F, 2009. Effect of Er,Cr:YSGG laser on the microtensile bond strength of two different adhesives to the sound and caries-affected dentin. *Oper Dent*, 34, 4, 460-6.
- Estafan AM, Estafan D, 2000. Microleakage study of flowable composite resin systems. *Comp Cont Educ Dent*, 21, 9, 705-8, 10, 12
- Esteves-Oliveira M, Carvalho WL, Eduardo Cde P, Zezell DM, 2008. Influence of the additional Er:YAG laser conditioning step on the microleakage of class V restorations. *J Biomed Mater Res. Part B, Applied biomaterials*, 87, 2, 538-43.
- Esteves-Oliveira M, Zezell DM, Apel C, Turbino ML, Aranha AC, Eduardo Cde P, Gutknecht N, 2007. Bond strength of self-etching primer to bur cut, Er,Cr:YSGG, and Er:YAG lased dental surfaces. *Photomedicine Laser Surg*, 25, 5, 373-80.

- Fattah T, Kazemi H, Fekrazad R, Assadian H, Kalhori KA, 2013. Er,Cr:YSGG laser influence on microleakage of class V composite resin restorations. *Laser Med Sci*, 28, 5, 1257-62.
- Featherstone JD, 2000. Caries detection and prevention with laser energy. *Dent Clin N Am*, 44, 4, 955-69.
- Fejerskov O, Kidd E, 2003. *Dental caries: The disease and its clinical management*, 2 nd edition, Oxford, US, Backwell Munksgaard
- Fejerskov O, Manji F, 1990. Reactor paper: risk assessment in dental caries. In: *Risk assessment in dentistry*. Eds: Bader JD, Chapel Hill: University of North Carolina Dental Ecology, p. 215-17.
- Ferracane JL, 2011. Resin composite--state of the art. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 27, 1, 29-38.
- Ferrari M, Vichi A, 2010. Kerr Vertise Flow. *Bulltein T*.
- Fu J, Kakuda S, Pan F, Hoshika S, Ting S, Fukuoka A, Bao Y, Ikeda T, Nakaoki Y, Selimovic D, Sano H, Sidhu SK, 2013. Bonding performance of a newly developed step-less all-in-one system on dentin. *Dent Mater J*, 32, 2, 203-11.
- Fusayama T, 1979. Two layers of carious dentin; diagnosis and treatment. *Oper Dent*, 4, 2, 63-70.
- Garcia-Godoy F, 2000. Resin-based composites and compomers in primary molars. *Dent Clin N Am*, 44, 3, 541-70.
- Goracci C, Margvelashvili M, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M, 2013. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a new self-adhering flowable resin composite. *Clin Oral Invest*, 17, 2, 609-17.
- Goswami M, Singh A, 2011. Comparative evaluation of shear bond strength of composite resin bonded to acid etched or Nd:Yag lased enamel. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 29, 2, 140-3.
- Gutknecht N, Apel C, Schafer C, Lampert F, 2001. Microleakage of composite fillings in Er,Cr:YSGG laser-prepared class II cavities. *Laser Surg Med*, 28, 4, 371-4.
- Güven Y, Aktoren O, 2015. Shear bond strength and ultrastructural interface analysis of different adhesive systems to Er:YAG laser-prepared dentin. *Laser Med Sci*, 30, 2, 769-78.
- Hibst R, Keller U, 1989. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Laser Surg Med*, 9, 4, 338-44.
- Hibst R, Paulus R, Lussi A, 2001. Detection of occlusal caries by laser fluorescence: basic and clinical investigations. *Med Laser Applic*, 16, 205-13.
- Hibst R, Wieshammer S, Steiner R. Er-YAG and excimer laser-induced ablation of biologic tissue-a quantitative study. *Laser Surg Med*, 144-5.
- Hilton TJ, 2002a. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 2. *Am J Dent*, 15, 4, 279-89.
- Hilton TJ, 2002b. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 1. *Am J Dent*, 15, 3, 198-210.
- Hofmann N, Hugo B, Klaiber B, 2002. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. *Eur J Oral Sci*, 110, 6, 471-9.
- Hosoya Y, Taguchi T, Tay FR, 2007. Evaluation of a new caries detecting dye for primary and permanent carious dentin. *J Dent*, 35, 2, 137-43.
- Hossain M, Nakamura Y, Kimura Y, Yamada Y, Ito M, Matsumoto K, 2000. Caries-preventive effect of Er:YAG laser irradiation with or without water mist. *J Clin Laser Med Sur*, 18, 2, 61-5.
- Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Nakamura G, Matsumoto K, 1999. Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentin after Er:YAG laser irradiation with or without water mist. *J Clin Laser Med Sur*, 17, 3, 105-9.
- Hossain M, Yamada Y, Nakamura Y, Murakami Y, Tamaki Y, Matsumoto K, 2003. A study on surface roughness and microleakage test in cavities prepared by Er:YAG laser irradiation and etched bur cavities. *Laser Med Sci*, 18, 1, 25-31.
- Ibarra G, Vargas MA, Armstrong SR, Cobbb DS, 2002. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. *J Adhe Dent*, 4, 2, 115-24.
- Inoue S, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, 2001. Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 17, 5, 445-55.
- Isman E, Karaarslan ES, Oksayan R, Tuncdemir AR, Usumez S, Adanir N, Cebe MA, 2012. Inadequate shear bond strengths of self-etch, self-adhesive systems for secure orthodontic bonding. *Dent Mater J*, 31, 6, 947-53.

- Iwami Y, Shimizu A, Narimatsu M, Hayashi M, Takeshige F, Ebisu S, 2004. Relationship between bacterial infection and evaluation using a laser fluorescence device, *Diagnodent*. *Eur J Oral Sci*, 112, 5, 419-23.
- Jang KT, Chung DH, Shin D, Garcia-Godoy F, 2001. Effect of eccentric load cycling on microleakage of class V flowable and packable composite resin restorations. *Oper Dent*, 26, 6, 603-8.
- Juloski J, Goracci C, Rengo C, Giovannetti A, Vichi A, Vulicevic ZR, Ferrari M, 2012. Enamel and dentin bond strength of new simplified adhesive materials with and without preliminary phosphoric acid-etching. *Am J Dent*, 25, 4, 239-43.
- Kameyama A, Oda Y, Hirai Y, Kawada E, Takizawa M, 2001. Resin bonding to Er: YAG laser-irradiated dentin: combined effects of pre-treatments with citric acid and glutaraldehyde. *Eur J Oral Sci*, 109, 5, 354-60.
- Karaarslan ES, Usumez A, Ozturk B, Cebe MA, 2012. Effect of cavity preparation techniques and different preheating procedures on microleakage of class V resin restorations. *Eur J Dent*, 6, 1, 87-94.
- Karabulut B, 2007. Farklı Dentin Bağlayıcı Sistemlerin Süt ve Sürekli Dislerdeki Makaslama Bağlanma Kuvvetlerinin Karşılaştırılması ve Rezin-Dentin Arayüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Geçirmeli Elektron Mikroskobu (TEM) ile İncelenmesi, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karadağ S, 2005. Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. *Atatürk Üniv. Dişhek. Fak. Derg*, 15,2,80-7.
- Kawahara H, Yamagami A, 1970. In vitro studies of cellular responses to heat and vibration in cavity preparation. *J Dent Res*, 49, 4, 829-35.
- Keller U, Hibst R, 1989. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Laser Surg Med*, 9, 4, 345-51.
- Khan MF, Yonaga K, Kimura Y, Funato A, Matsumoto K, 1998. Study of microleakage at class I cavities prepared by Er:YAG laser using three types of restorative materials. *J Clin Laser Med Sur*, 16, 6, 305-8.
- Khoroushi M, Rafizadeh M, Samimi P, 2014. Bond strength of composite resin to enamel: assessment of two ethanol wet-bonding techniques. *J Dent*, 11, 2, 150-60.
- Kidd EA, 1976. Microleakage: a review. *J Dent*, 4, 5, 199-206.
- Kleverlaan CJ, Feilzer AJ, 2005. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 21, 12, 1150-7.
- Kotlow LA, 2004. Lasers in pediatric dentistry. *Dent Clin N Am*, 48, 4, 889-922
- Kuboki Y, Liu CF, Fusayama T, 1983. Mechanism of differential staining in carious dentin. *J Dent Res*, 62, 6, 713-4.
- Kucukesmen C, Sonmez H, 2008. Microleakage of class-v composite restorations with different bonding systems on fluorosed teeth. *Eur J Dent*, 2, 1, 48-58.
- Küçükeşmen Ç, Erdoğan Y, 2009. Süt ve daimi dişlerde bağlayıcı ajanların etkinliği, biyouyumluluğu ve sitotoksitesisi. *J Med Suleyman Demirel Univ*, 16, 1, 48-55.
- Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G, 1999. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 15, 2, 128-37.
- Leevailoj C, Cochran MA, Matis BA, Moore BK, Platt JA, 2001. Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. *Oper Dent*, 26, 3, 302-7.
- Leinfelder KF, 2001. Dentin adhesives for the twenty-first century. *Dent Clin N Am*, 45, 1, 1-6.
- Lepri TP, Souza-Gabriel AE, Atoui JA, Palma-Dibb RG, Pecora JD, Milori Corona SA, 2008. Shear bond strength of a sealant to contaminated-enamel surface: influence of erbium : yttrium-aluminum-garnet laser pretreatment. *J Esthetic Restorative Dent*, 20, 6, 386-92.
- Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Tobias TS, Cohen RE, 2003. Noncarious cervical lesions and abfractions: a re-evaluation. *J Dent Am Assoc (1939)*, 134, 7, 845-50.
- Lizarelli RF, Silva PC, Neto ST, Bagnato VS, 2004. Study of microleakage at class V cavities prepared by Er:YAG laser using rewetting surface treatment. *J Clin Laser Med Sur*, 22, 1, 51-5.
- Lussi A, Angmar-Mansson B, 2008. Additional diagnostic measures. In: *Dental caries: the disease and its clinical management*. Eds: Fejerskov O, USA: Wiley-Blackwell, p. 89-99.
- Mandras RS, Retief DH, Russell CM, 1991. The effects of thermal and occlusal stresses on the microleakage of the Scotchbond 2 dentinal bonding system. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 7, 1, 63-7.

- Margvelashvili M, Vichi A, Carrabba M, Goracci C, Ferrari M, 2013. Bond strength to unground enamel and sealing ability in pits and fissures of a new self-adhering flowable resin composite. *J Clin Pediatr Dent*, 37, 4, 397-402.
- Martens LC, 2011. Laser physics and a review of laser applications in dentistry for children. *Eur Arch Pediatr Dent: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 12, 2, 61-7.
- Martinez-Insua A, Da Silva Dominguez L, Rivera FG, Santana-Penin UA, 2000. Differences in bonding to acid-etched or Er:YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces. *J Prosthet Dent*, 84, 3, 280-8.
- Mason PN, Ferrari M, Cagidiaco MC, Davidson CL, 1996. Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. *J Dent*, 24, 3, 217-22.
- Matsumoto K, 2004. Laser Treatment of Hard Tissue Lesions. *J Oral Laser Applic*, 4, 235-48.
- McCabe JW, 1998. Adhesive Restorative Materials: Bonding of resin based Materials. In: *Applied Dental Materials*. Eds: WA. MJ. Cambridge: Blackwell Science, p. 189-201.
- Mendes FM, Siqueira WL, Mazzitelli JF, Pinheiro SL, Bengtson AL, 2005. Performance of Diagnodent for detection and quantification of smooth-surface caries in primary teeth. *J Dent*, 33, 1, 79-84.
- Mercangöz B, 2010. Farklı pürüzlendirme teknikleri ile uygulanan iki farklı fissür örtücü materyallerinin kopma-bağlanma değerlerinin karşılaştırılması, Master Tezi, Yeditepe Üniversitesi, İstanbul.
- Mitra SB, Wu D, Holmes BN, 2003. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Dent Am Assoc (1939)*, 134, 10, 1382-90.
- Miyasaka T, Okamura H, 2009. Dimensional change measurements of conventional and flowable composite resins using a laser displacement sensor. *Dent Mater J*, 28, 5, 544-51.
- Miyazaki M, Ando S, Hinoura K, Onose H, Moore BK, 1995. Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 11, 4, 234-8.
- Mjor IA, 2009. Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Braz Dent J*, 20, 1, 3-16.
- Moldes VL, Capp CI, Navarro RS, Matos AB, Youssef MN, Cassoni A, 2009. In vitro microleakage of composite restorations prepared by Er:YAG/Er,Cr:YSGG lasers and conventional drills associated with two adhesive systems. *J Adhe Dent*, 11, 3, 221-9.
- Moura SK, Pelizzaro A, Dal Bianco K, de Goes MF, Loguercio AD, Reis A, Grande RH, 2006. Does the acidity of self-etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel? *J Adhe Dent*, 8, 2, 75-83.
- Munoz-Viveros C, 2012. DMG Constic. State University of New York at Buffalo.
- Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N, 1991. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthetic Dent*, 3, 4, 133-8.
- Nakabayashi N, Pashley D, 1998b. Hybridization of dental hard tissues, Tokyo: Chicago, Quintessence Pub. Co
- Nakabayashi N, Saimi Y, 1996. Bonding to intact dentin. *J Dent Res*, 75, 9, 1706-15.
- Nicholson J, 2001. Biologic considerations. In: *Fundamentals of operative dentistry a contemporary approach*. Eds: Summitt JB ,SR: Illinois: Quintessence, p. 1-25.
- Niemz MH, Eisenmann L, Pioch T, 1993. A comparison of 3 laser systems for dental enamel ablation. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia / SSO*, 103, 10, 1252-6.
- Niu W, Eto JN, Kimura Y, Takeda FH, Matsumoto K, 1998. A study on microleakage after resin filling of Class V cavities prepared by Er:YAG laser. *J Clin Laser Med Sur*, 16, 4, 227-31.
- Ogushi K, Fusayama T, 1975. Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. *J Dent Res*, 54, 5, 1019-26.
- Oho T, Morioka T, 1990. A possible mechanism of acquired acid resistance of human dental enamel by laser irradiation. *Caries Res*, 24, 2, 86-92.
- Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW, Jr., 2003. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 19, 8, 758-67.
- Olivi G, Genovese MD, 2011. Laser restorative dentistry in children and adolescents. *Eur Arch Pediatr Dent: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 12, 2, 68-78.
- Omae M, Shinnou Y, Tanaka K, Abo T, Nakata T, Suzuki K, Hatsuoka Y, Iwata N, Yoshikawa K, Nishitani Y, Yamamoto K, Yoshiyama M, 2009. XPS analysis of the dentin irradiated by Er: YAG laser. *Dent Mater J*, 28, 4, 471-6.

- Owens BM, Johnson WW, Harris EF, 2006. Marginal permeability of self-etch and total-etch adhesive systems. *Oper Dent*, 31, 1, 60-7.
- Ozturk AN, Ozturk B, Aykent F, 2004. Microleakage of different cementation techniques in class V ceramic inlays. *J Oral Rehabil*, 31, 12, 1192-6.
- Özel-Bektaş Ö, 2006. Farklı ışık kaynaklarının ve ışık uygulama tekniklerinin kompozit rezinlerdeki polimerizasyon bütülmesi ve dentine bağlanma dayanımlarına etkisinin incelenmesi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Öztürk B, 2002. Farklı Adeziv Sistemlerin Bağlanma Dayanımlarının, Mikrosızıntılarının ve Rezin-Dentin Bağlanma Arayüzlerinin Pulpa Odası Duvarında Değerlendirilmesi., Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Pacifici E, Chazine M, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M, 2013. Shear-bond strength of a new self-adhering flowable restorative material to dentin of primary molars. *J Clin Pediatr Dent*, 38, 2, 149-54.
- Palma Dibb R, 2002. Influence of Er:YAG laser energy variation on bond strength in dentin system and morphological surface evaluation, Thesis, Sao Paulo,Brazil, Ribeirao Preto.
- Palma Dibb RG, Milori Corona SA, Borsatto MC, Ferreira KC, Pereira Ramos R, Djalma Pecora J, 2002. Assessing microleakage on class V composite resin restorations after Er:YAG laser preparation varying the adhesive systems. *J Clin Laser Med Sur*, 20, 3, 129-33.
- Pashley D, 2002. Pulpodentin Complex. In: Seltzer and Bender's Dental Pulp. Eds: K.M. Hargreaves HEG: Quintessence Publishing Co, p.63-85.
- Pashley D, Liewehr F, 2006. Structure and Functions of the Dentin and Pulp Complex. In: Pathways of the Pulp. Eds: Cohen KMH, St.Louis: Mosby C, p. 460-513.
- Pashley DH, Carvalho RM, 1997. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*, 25, 5, 355-72.
- Pashley DH, Pashley EL, 1991. Dentin permeability and restorative dentistry: a status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*, 4, 1, 5-9.
- Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM, 1995. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 11, 2, 117-25.
- Pashley DH, Tay FR, 2001. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 17, 5, 430-44.
- Pashley EL, Talman R, Horner JA, Pashley DH, 1991. Permeability of normal versus carious dentin. *Endod Dent Traumatol*, 7, 5, 207-11.
- Pelagalli J, Gimbel CB, Hansen RT, Swett A, Winn DW, 2nd, 1997. Investigational study of the use of Er:YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation--phase I. *J Clin Laser Med Sur*, 15, 3, 109-15.
- Perdigao J, 2010. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 26, 2, 24-37.
- Perdigao J, Swift E, 2006. Fundamental Concepts of Enamel and Dentin Adhesion. In: Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. Eds: Roberson TM, St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier.
- Perdigao JS, 2011. Mine ve dentin adezyonunun temel kavramları. In: Sturdevant's art and science of operative dentistry. Eds: Roberson TM, Ankara: Güneş tıp kitabevleri p.243-80.
- Perinka L, Sano H, Hosoda H, 1992. Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 8, 4, 229-33.
- Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B, 2005. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 21, 9, 864-81.
- Phrukkanon S, Burrow MF, Hartley PG, Tyas MJ, 2000. The influence of the modification of etched bovine dentin on bond strengths. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 16, 4, 255-65.
- Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ, 1998. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 14, 3, 212-21.
- Poitevin A, De Munck J, Van Ende A, Suyama Y, Mine A, Peumans M, Van Meerbeek B, 2013. Bonding effectiveness of self-adhesive composites to dentin and enamel. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 29, 2, 221-30.
- Poss SD, 2010. Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dentistry today*, 29, 4, 104-5.

- Powers JM, O'Keefe KL, Pinzon LM, 2003. Factors affecting in vitro bond strength of bonding agents to human dentin. *Odontology / the Society of the Nippon Dental University*, 91, 1, 1-6.
- Prati C, Nucci C, Montanari G, 1991. Shear bond strength and microleakage of dentin bonding systems. *J Prosthet Dent*, 65, 3, 401-7.
- Prati C, Simpson M, Mitchem J, Tao L, Pashley DH, 1992. Relationship between bond strength and microleakage measured in the same Class I restorations. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 8, 1, 37-41.
- Qin M, Liu H, 2005. Clinical evaluation of a flowable resin composite and flowable compomer for preventive resin restorations. *Oper Dent*, 30, 5, 580-7.
- Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA, Dibb RG, Mondelli J, 2000. Effect of three surface sealants on marginal sealing of class V composite resin restorations. *Oper Dent*, 25, 5, 448-53.
- Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA, Nonaka T, Pecora JD, Palma Dibb RG, 2002. Effect of Er:YAG laser on bond strength to dentin of a self-etching primer and two single-bottle adhesive systems. *Laser Surg Med*, 31, 3, 164-70.
- Rengo C, Goracci C, Juloski J, Chieffi N, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M, 2012. Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Aust Dent J*, 57, 2, 220-6.
- Retief DH, 1994. Do adhesives prevent microleakage? *Int Dent J*, 44, 1, 19-26.
- Roberson T, Heymann H, Swift EJ, 2010. Karyoloji: Lezyon, etyoloji, önleme ve kontrol (Cariology: The lesion, etiology, prevention and control). In: *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Eds: Gürgan S, Yalçın Çakır F. Ankara Güneş tıp kitabevleri, p. 67-134.
- Roberson T, Heymann H, Ritter A, 2006. Introduction to Composite Restorations. In: *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. Eds: Roberson TM. St Louis: Missouri: Mosby Elsevier, p. 495-526.
- Roberson T, Lundeen T, 2002. Cariology: The Lesion, Etiology, Prevention, and Control. In: *Sturdevant's Art & Science Of Operative Dentistry*. Eds: Roberson MT, Swift JE. United States of America: Mosby Inc, p.63-132.
- Roberson TH, Swift E, 2006. *Art And Science Of Operative Dentistry, USA*, Mosby Elsevier.
- Rolla JN, Mota EG, Oshima HM, Junior LH, Spohr AM, 2006. Nd:YAG laser influence on microtensile bond strength of different adhesive systems for human dentin. *Photomedicine Laser Surg*, 24, 6, 730-4.
- Rueggeberg FA, 1991. Substrate for adhesion testing to tooth structure - review of the literature. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 7, 1, 2-10.
- Sadeghi M, 2012. An in vitro microleakage study of class V cavities restored with a new self-adhesive flowable composite resin versus different flowable materials. *Dent Res J*, 9, 4, 460-5.
- Salz U, Bock T, 2010a. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue - a review. *J Adhe Dent*, 12, 5, 343-71.
- Salz U, Bock T, 2010b. Adhesion performance of new hydrolytically stable one-component self-etching enamel/dentin adhesives. *The journal of adhesive dentistry*, 12, 1, 7-10.
- Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH, 1994. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater : official publication of the Academy of Dental Materials*, 10, 4, 236-40.
- Sassi JF, Chimello DT, Borsatto MC, Corona SA, Pecora JD, Palma-Dibb RG, 2004. Comparative study of the dentin/adhesive systems interface after treatment with Er:YAG laser and acid etching using scanning electron microscope. *Laser Surg Med*, 34, 5, 385-90.
- Sattabanasuk V, Burrow MF, Shimada Y, Tagami J, 2006. Resin adhesion to caries-affected dentine after different removal methods. *Aust Dent J*, 51, 2, 162-9.
- Schawlow AL, Townes C, 1958. Infrared and Optical Masers. *Phys. Rev*, 112, 1940
- Schein MT, Bocangel JS, Nogueira GE, Schein PA, 2003. SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using ER:YAG laser. *J Dent*, 31, 2, 127-35.
- Schmalz G, 2009. Resin-Based Composites. In: *Biocompatibility of Dental Materials*. Eds: Leipzig, Germany: Springer, p. 99-137.
- Schmidseeder J, 2000. Bonding. In: *Color Atlas of Dental Medicine- Aesthetic Dentistry*. Eds: Rateitschak KH & Wolf HF. Munich: Thieme Stuttgart, p.103-24.
- Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD, 1998. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 14, 3, 194-201.
- Searls JC, 1967. Light and electron microscope evaluation of changes induced in odontoblasts of the rat incisor by the high-speed drill. *J Dent Res*, 46, 6, 1344-55.
- Setien VJ, Cobb DS, Denehy GE, Vargas MA, 2001. Cavity preparation devices: effect on microleakage of Class V resin-based composite restorations. *Am J Dent*, 14, 3, 157-62.

- Sidhu SK, 1994. The effect of acid-etched dentin on marginal seal. Quintessence international, Berlin, Germany : 1985, 25, 11, 797-800.
- Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O, 1975. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. Caries Res, 9, 5, 373-87.
- Sirin Karaarslan E, Yildiz E, Cebe MA, Yegin Z, Ozturk B, 2012. Evaluation of micro-tensile bond strength of caries-affected human dentine after three different caries removal techniques. J Dent, 40, 10, 793-801.
- Souza-Zaroni WC, Chinelatti MA, Delfino CS, Pecora JD, Palma-Dibb RG, Corona SA, 2008. Adhesion of a self-etching system to dental substrate prepared by Er:YAG laser or air abrasion. J Biomed Mater Res. Part B, Applied biomaterials, 86, 2, 321-9.
- Sturdevant J, Lundeen T, Studer T, 2002. Clinical Significance of Dental Anatomy, Histology, Physiology and Occlusion. In: Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. Eds: Roberson TM, Swift EJ, St.Louis: Mosby p.22-31.
- Summit JR, Hilton T, Schwartz R, 2006. Fundamentals Of Operative Dentistry, China: Quintessence Publishing.
- Sundfeld RH, Valentino TA, de Alexandre RS, Briso AL, Sundefeld ML, 2005. Hybrid layer thickness and resin tag length of a self-etching adhesive bonded to sound dentin. J Dent, 33, 8, 675-81.
- Tachibana A, Marques MM, Soler JM, Matos AB, 2008. Erbium, chromium:yttrium scandium gallium garnet laser for caries removal: influence on bonding of a self-etching adhesive system. Laser Med Sci, 23, 4, 435-41.
- Tagami J, Nikaido T, Nakajima M, Shimada Y, 2010. Relationship between bond strength tests and other in vitro phenomena. Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials, 26, 2, e94-9.
- Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH, 1996. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, single-bottle primer/adhesives. Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials, 12, 4, 236-44.
- Tay FR, Pashley DH, 2001. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials, 17, 4, 296-308.
- Tay FR, Pashley DH, Peters MC, 2003. Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. Oper Dent, 28, 5, 610-21.
- Titley KC, Chernenky R, Rossouw PE, Kulkarni GV, 1998. 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.
- Toraman T, Bala O, 2003. Yeni bir lazer floresans cihazının okluzal çürük teşhisi açısından in vitro olarak değerlendirilmesi. Gazi Üniv. Dişhek. Fak. Derg, 20, 9-14.
- Tosun G, Şener Y, Şengün A, 2005. Kompozit rezinin mineye bağlanma dayanımı üzerine farklı saklama solüsyonlarının etkisi. Hacettepe Üniv Dişhek. Fak. Derg, 29, 2-6.
- Trajtenberg CP, Pereira PN, Powers JM, 2004. Resin bond strength and micromorphology of human teeth prepared with an Erbium:YAG laser. Am J Dent, 17, 5, 331-6.
- Trelles K, Arnabat J, Espana-Tost T, 2012. Microleakage in class V cavities with self-etching adhesive system and conventional rotatory or laser Er,Cr:YSGG. Laser Therapie, 21, 4, 255-68.
- Tuloğlu N, Sen Tunc E, Ozer S, Bayrak S, 2014. Shear bond strength of self-adhering flowable composite on dentin with and without application of an adhesive system. J Appl Biomater & Func Mater, 12, 2, 97-101.
- Türkün LS, Ergücü Z, 2004. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarındaki kullanılan geç ve yöntemlerinin karşılaştırılması comparison of materialand methods in microleakage studies of esthetic restorative materials. Acta Odontol Turcica, 21, 2.
- Usanmaz D, 2005. STM/AFM İle Yüzey Karakterizasyonu, Yüksek lisans Tezi, Gazi üniversitesi, Ankara.
- Ünlü N, Çetin A, Cebe M, Gönülüm Ö, 2010. Güncel self-etch and total-etch adezivlerin çürükten etkilenmiş dentine bağlanma dayanımları. Atatürk Üniv. Dişhek. Fak.Derg, 2010, 3.
- Van As G, 2004. Erbium lasers in dentistry. Dent Clin N Am, 48, 4, 1017-59.
- Van Landuyt KL, De Munck J, Ermis RB, Peumans M, Van Meerbeek B, 2014. Five-year clinical performance of a HEMA-free one-step self-etch adhesive in noncarious cervical lesions. Clin Oral Invest, 18, 4, 1045-52.
- Van Landuyt KL, Mine A, De Munck J, Jaecques S, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B, 2009. Are one-step adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. J Adhe Dent, 11, 3, 175-90.

- Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P, 2003. 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.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G, 2003. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 28, 3, 215-35.
- Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, De Munck J, 2010. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials*, 26, 2, 100-21.
- Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Inoue S, Yoshida Y, Jvd. P, 2006. Bonding to Enamel and Dentin. In: *Fundamentals of Operative Dentistry*. Eds: J. B.Summitt, Quintessence Publishing Co, Inc, p.183-260.
- Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G, 1989. A critique of bond strength measurements. *J Dent*, 17, 2, 61-7.
- Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH, 1997. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res*, 76, 6, 1298-307.
- Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, Ferrari M, 2013. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clin Oral Invest*, 17, 6, 1497-506.
- Vinay S, Shivanna V, 2010. Comparative evaluation of microleakage of fifth, sixth, and seventh generation dentin bonding agents: An in vitro study. *J Conservative Dent : JCD*, 13, 3, 136-40.
- Vinski I, 1979. Two hundred and fifty years of rotary instruments in dentistry. *Brit Dent J*, 146, 7, 217-23.
- Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF, 2009. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent*, 102, 5, 306-12.
- Visuri SR, Gilbert JL, Wright DD, Wigdor HA, Walsh JT, Jr., 1996. Shear strength of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin. *J Dent Res*, 75, 1, 599-605.
- Von Fraunhofer JA, Allen DJ, Orbell GM, 1993. Laser etching of enamel for direct bonding. *Angle Orthod*, 63, 1, 73-6.
- Walsh LJ, 2003. The current status of laser applications in dentistry. *Aust Dent J*, 48, 3, 146-55; quiz 98.
- Walter R, Swift EJ, Jr., Boushell LW, Braswell K, 2011. Enamel and dentin bond strengths of a new self-etch adhesive system. *J Esthetic Restorative Dent: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 23, 6, 390-6.
- Watanabe H, Ishikawa I, Suzuki M, Hasegawa K, 1996. Clinical assessments of the erbium:YAG laser for soft tissue surgery and scaling. *J Clin Laser Med Sur*, 14, 2, 67-75.
- West NX, Davies M, Amaechi BT, 2011. In vitro and in situ erosion models for evaluating tooth substance loss. *Caries Res*, 45 Suppl 1, 43-52.
- Winter A, 2007. ADA Professional product review online bonding agents: laboratory testing methods.
- Woronko GA, Jr., St Germain HA, Jr., Meiers JC, 1996. Effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. *Oper Dent*, 21, 3, 116-21.
- Xie Y, Zhang S, Ge LH, 2014. Marginal microleakage of cavities prepared with Er:YAG laser on primary teeth in vitro. *Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences*, 46, 3, 474-7.
- Yamada Y, Hossain M, Nakamura Y, Murakami Y, Matsumoto K, 2002. Microleakage of composite resin restoration in cavities prepared by Er:YAG laser irradiation in primary teeth. *Eur J Pediatr Dent: official journal of European Academy of Paediatric Dentistry*, 3, 1, 39-45.
- Yamada Y, Hossain M, Suzuki N, Kinoshita JI, Nakamura Y, Matsumoto K, 2001. Removal of carious dentin by Er:YAG laser irradiation with and without carisolv. *J Clin Laser Med Sur*, 19, 3, 127-31.
- Yaman BC, Guray BE, Dorter C, Gomec Y, Yazicioglu O, Erdilek D, 2012. Effect of the erbium:yttrium-aluminum-garnet laser or diamond bur cavity preparation on the marginal microleakage of class V cavities restored with different adhesives and composite systems. *Laser Med Sci*, 27, 4, 785-94.
- Yassaei S, Fekrazad R, Shahraki N, Goldani Moghadam M, 2014. A Comparison of Shear Bond Strengths of Metal and Ceramic Brackets using Conventional Acid Etching Technique and Er:YAG Laser Etching. *J Dent Res, dental clinics, dental prospects*, 8, 1, 27-34.

- Yazici AR, Agarwal I, Campillo-Funollet M, Munoz-Viveros C, Antonson SA, Antonson DE, Mang T, 2013. Effect of laser preparation on bond strength of a self-adhesive flowable resin. *Laser Med Sci*, 28, 1, 343-7.
- Yazici AR, Celik C, Ozgunaltay G, Dayangac B, 2007. Bond strength of different adhesive systems to dental hard tissues. *Oper Dent*, 32, 2, 166-72.
- Yildiz E, Sirinkaraarslan E, Yegin Z, Cebe MA, Tosun G, 2013. Effect of caries removal techniques on the bond strength of adhesives to caries-affected primary dentin in vitro. *Eur J Pediatr Dent: official journal of European Academy of Paediatric Dentistry*, 14, 3, 209-14.
- Yonemoto K, Eguro T, Maeda T, Tanaka H, 2006. Application of Diagnodent as a guide for removing carious dentin with Er:YAG laser. *J Dent*, 34, 4, 269-76.
- Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B, 2004. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*, 83, 6, 454-8.
- Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K, 2000. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*, 79, 2, 709-14.
- Zheng L, Hilton JF, Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW, 2003. Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. *Eur J Oral Sci*, 111, 3, 243-52.
- Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A, 2010. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia / SSO*, 120, 11, 972-86.
- Zülfikaroğlu B, 2006. Kanal Dolgusu Yapılmış Süt Dislerinde Dört Farklı Adeziv Sistemin Etkilerinin In Vivo ve In Vitro Olarak İncelenmesi, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara

8.ÖZGEÇMİŞ

01 Ocak 1987 tarihinde Emirdağ'da doğdu. İlköğrenimini Seydişehir Gazi İlkokulu'nda tamamladı, orta öğrenimini ve lise öğrenimini Karatay Milli Piyango Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında başladığı Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 2009 yılında mezun oldu. 2011 yılında İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AnaBilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. 2013 yılında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AnaBilim Dalı'na geçiş yaptı. Evli ve bir çocuk annesidir. Yabancı dili İngilizce'dir.