

**T.C
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI ADEZİV SİSTEMLERİN VE KOMPOZİT REZİNLERİN
BİRBİRLERİ ARASINDA DEĞİŞTİRİLEREK KULLANILMASININ
MİKRO-MAKASLAMA BAĞLANMA DAYANIMI VE MİKROSİZİNTİ
YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Diğdem EREN

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Feridun HÜR MÜZLÜ

SİVAS-2006

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

RESİMLER DİZİNİ	ii
TABLolar DİZİNİ.....	iii
GRAFİKLER DİZİNİ	v
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
GEREÇ VE YÖNTEM.....	35
BULGULAR.....	52
TARTIŞMA.....	75
SONUÇLAR.....	93
ÖZET.....	94
SUMMARY.....	96
KAYNAKLAR.....	98
ÖZGEÇMİŞ.....	109
TEŞEKKÜR.....	110

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No

Resim 1. Düşük hızda dönen su soğutmalı kesme cihazı.....	37
Resim 2. Tygon plastik tüp.....	37
Resim 3. Çalışma modellerinin bitirilmiş hali.....	37
Resim 4, 5, 6,7, 8, 9 Kullanılan adeziv sistemler ve kompozit rezinler.....	44
Resim 10. Üiversal Test Makinası.....	45
Resim 11,12. Örneklerin test apareyine yerleştirilmesi.....	46
Resim 13. Stereomikroskop.....	51
Resim 14. Termal siklus cihazı	15
Resim 15-20. Grup 1, Grup 2, Grup 3'e ait mikrosızıntı görüntüleri.....	66
Resim 21-26. Grup 4, Grup 5, Grup 6'e ait mikrosızıntı görüntüleri.....	67
Resim 27-32. Grup 4, Grup 5, Grup 6'e ait mikrosızıntı görüntüleri.....	68
Resim33, 34. Grup 1, Grup 2'ye ait SEM görüntüleri	69
Resim35, 36. Grup 3'e ait SEM görüntüleri.....	70
Resim37, 38. Grup 4, Grup 5'e ait SEM görüntüleri.....	71
Resim39, 40. Grup 6, Grup 7'ye ait SEM görüntüleri	72
Resim41, 42. Grup 7, Grup 8'ye ait SEM görüntüleri	73
Resim43, 44. Grup 8, Grup 9'a ait SEM görüntüleri.....	74

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Çalışmamıza ait gruplar.....	35
Tablo 2: Kompozit materyaller ve içerikleri.....	42
Tablo 3: Adeziv sistemler ve içerikleri.....	43
Tablo 4: Boya penetrasyon derecesi için kullandığımız skorlar.....	50
Tablo 5. Grup 1, grup 2 ve grup 3'e ait bağlanma dayanımı istatistiksel verileri.....	52
Tablo 6. Grup 4, grup 5 ve grup 6'ya ait bağlanma dayanımı istatistiksel verileri.....	53
Tablo 7. Grup 7, grup 8 ve grup 9'a ait bağlanma dayanımı istatistiksel verileri.....	54
Tablo 8. iBond, SE Bond ve Excite'nin mikro-makaslama bağlanma dayanım testlerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.....	56
Tablo 9. Grupların ikişerli karşılaştırılması.....	57
Tablo 10. Gruplara ait kırılma tiplerinin dağılımı.....	58
Tablo 11. Grupların okluzal bölgedeki mikrosızıntı testlerine ait istatistiksel veriler ve grupların ikişerli karşılaştırılması.....	61
Tablo 12. Grupların gingival bölgedeki mikrosızıntı testlerine ait istatistiksel veriler ve grupların ikişerli karşılaştırılması.....	62

Tablo 13. Okluzal bölgede adeziv sistemlerin mikrosızıntı testlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	63
Tablo 14. Gingival bölgede adeziv sistemlerin mikrosızıntı testlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	63
Tablo 15. Adeziv sistemlerin okluzal ve gingival bölgedeki mikrosızıntı değerlerinin karşılaştırılması.....	65

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa No

Grafik 1. Mine-dentin birleşiminde ve dentinde gruplara ait bağlanma Dayanımı değerleri.....	59
Grafik 2. Gruplara ait okluzal sızıntı değerleri.....	64
Grafik 3. Gruplara ait gingival sızıntı değerleri.....	65

GİRİŞ

Bugün, restoratif materyallerin geleneksel yöntemler ile diş uygulanması, artık yerini diş dokusunu konservatif olarak koruyan adeziv yöntemlere bırakmıştır.^{13,84} Dolgunun retansiyonu için sağlam diş dokularının kaldırılma gerekliliğinin olmadığı, restoratif materyali diş yapıştırma yaklaşımı kısaca ‘adeziv diş hekimliği’ kavramı ile ifade edilmektedir.¹⁵ Son 10 yıl boyunca konservatif diş hekimliği devamlı olarak değişmiş, adeziv teknolojisi daha da önem kazanmıştır.⁸⁴ Buna etken ana nedenlerden biri hastalar tarafından sıklıkla tercih edilen diş rengi restoratif materyallerin adeziv sistemlerle birlikte kullanılmasıdır.⁸⁸

Adeziv restorasyonlar, zayıflamış diş dokusunu kuvvetlendirme potansiyelleri ile fonksiyonel streslerin diş daha iyi iletilmesini ve dağıtılmasını sağlamakla beraber marjinal renklenme ve kırıklara, tekrarlayan çürüklere, hatta pulpal patoloji gelişimine neden olabilen mikrosızıntıyı da azaltırlar.^{2,88}

Restorasyonların uzun ömürlü olabilmeleri, restoratif materyallerin diş dokusuna yaptığı bağlanmanın kalitesine bağlıdır. Adeziv sistemlerin tüm nesilleri minenin mikrokristal yapısına çok iyi bağlanırken diş hekimlerinin karşılaştığı asıl problem organo-inorganik dentine bağlantı kuvvetidir. 1950’lerde başlayan dentine bağlanma çalışmaları, 1960 ve 1970’lerde adım adım devam etmiş ve 1975’de ilk ticari dentin adeziv tanıtılmıştır⁷⁴.

Adeziv materyallerin mine ve dentine bağlanmaları üzerine pek çok araştırma olmasına rağmen mine-dentin birleşimine adezyon hakkındaki bilgiler

oldukça azdır. Mine-dentin birleşimi bölgesinin karışık bir anatomik yapıya sahip olması adeziv materyallerin bağlanmasını etkileyebilir.⁶⁹

Dental materyallerin etkisinin kanıtlanması için klinik deneyler her zaman gereklidir. Ancak böyle çalışmalar hem çok zaman alır hem de standardize edilmesi zordur.⁵¹ Bu sebeple materyallerin başlangıç değerlendirmesi ve sonrasında geliştirilebilmeleri için bağlanma dayanıklılığı ölçümü ve mikrosızıntı çalışmaları gibi laboratuvar testleri daima gereklidir.^{59,78,88} Çeşitli bağlanma dayanımı testleri arasında mikro-gerilim testi ve onun bir modifikasyonu olan mikro-makaslama testi yaygın olarak kullanılmaktadır.^{51,59}

Pratikte, restorasyonlar yapılırken farklı firmalara ait adeziv sistemlerin ve kompozit rezinlerin birlikte kullanılması oldukça yaygın olmakla birlikte bu konudaki araştırmalar çok yetersizdir. Bununla birlikte, adeziv sistemlerin mine ve dentine olan bağlanma dayanımlarına ait pek çok veri bulunmasına karşın, mine-dentin birleşim alanına bağlanmaları ile ilgili çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir.

Bizim çalışmamızda üç farklı firmanın adeziv sistemlerinin ve kompozit rezinlerinin birbirleri arasında değiştirilerek kullanılmasının mine-dentin birleşimi ve dentine olan bağlanma kuvvetleri ile II. sınıf restorasyonlarda mikrosızıntı üzerine olan etkisinin mikro-makaslama testi ve boya penetrasyon yöntemi kullanarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

Konservatif diş restorasyonları, mevcut dişte eksik olan doku ve bölümü restore ederek morfolojiyi yeniden oluşturmak ve dişin fonksiyonlarını iyileştirmek için yapılan işlemleri kapsamaktadır. Günümüzde, mekanik tutuculuk ve koruma amacı ile genişletme yapılarak uygulanan geleneksel kavite preparasyon teknikleri yerini yavaş yavaş daha konservatif olan adeziv restorasyonlara bırakmıştır.³⁷

Restoratif materyalleri anlamak için bu materyallerin bağlantı yaptığı diş dokularının yapısal özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir.

Minenin Yapısal Özellikleri

Olgun minenin ağırlıkça %95-98'i inorganik, %4'ü su ve %1-2'si organik materyalden meydana gelmiştir. Hacim bakımından ise inorganik materyal %86'sını, su %12'sini ve organik materyal %2'sini oluşturur.⁶⁶ İnorganik yapının büyük bir kısmı hidroksi apatit kristallerinden, organik kısım ise kollajenden oluşmuştur.^{11,15} Minenin histolojik yapı elemanları, birbirlerinden 1 µm aralıklarla sıralanan 4-6 µm çapında mine prizmalarıdır.⁵⁰ Bu prizmalar mine-dentin sınırından yüzeye doğru uzanırlar. Prizmalar arası, interprizmatik substans adını alan materyal ile doludur.¹¹ Minenin yapısı derinliğe ve lokalizasyona bakmaksızın, daha dış yüzeydeki aprizmatik mine hariç hemen hemen homojendir.⁶⁶ İnorganik yapının fazla olması nedeni ile yüzey enerjisi daha yüksektir.^{15,49}

Dentinin Yapısal Özellikleri

Dentin ektomezenşim kökenlidir ve kollajenden zengin bir organik matriksin mineralizasyonu ile oluşur.^{11,15} Minenin tersine dış etkenlere karşı savunma mekanizması geliştiren canlı ve dinamik bir dokudur. Ağırılıkça %12 su, %18 organik materyal ve %70 inorganik materyal içerir. Hacimce %25'ini organik materyal, %25'ini su, %50'sini inorganik materyal oluşturur. Bu bileşenler eşit olmayan bir şekilde intertübüler ve peritübüler dentinde dağılmışlardır. Dolayısıyla heterojen bir dokudur. Dentini oluşturan ana yapılar; tübüller, odontoblast uzantıları, peritübüler dentin ve tübüller arasını dolduran intertübüler dentindir. Yüksek derecede geçirgen olan dentin tübülleri pulpa ile direk temasta olan odontoplastik uzantılar içerirler.⁶⁶ Tübüllerin çevresinde yüksek derecede mineralize peritübüler dentin vardır. Tübüllerin arasında ise intertübüler dentin yer almaktadır. Adeziv sistemlerin güçlü bağlandığı intertübüler dentinin derin dentinde daha az bulunması adeziv sistemlerin bağlanma dayanıklılığını azaltmıştır.¹⁵ Tübül çapları mine-dentin birleşiminde 0,8 μm , pulpa yakınlarında 2,5 μm 'dir. Yaşlanmayla birlikte dentin tübülleri daralmaktadır. Tübül sayısı pulpa yakınlarında mm^2 'de yaklaşık 45.000, dentin-mine bileşimine yakın bölgelerde 20.000 orta kısımlarda yaklaşık 30.000'dir. Dentin tübüllerinin yelpaze şeklinde yayılımı nedeni ile tübüllerin yüzey alanının %3'ü yüzeysel dentinde, %25'i derin dentinde bulunmaktadır.⁶⁶ 25-30 mm/Hg'lik intrapulpal basınç nedeni ile tübüller içindeki sıvı devamlı olarak dışarıya doğru akış halindedir. Bu intratübüler dentin geçirgenliğini zorlaştırarak bağlanmayı güçleştirir.¹⁵ Bir diğer dentin yapısı ise yaşla birlikte oluşan sklerotik dentindir.

Bu yapının, peritübüler dentin apozisyonu ve mineral kristallerinin dentin tübüllerine hızlı bir şekilde çökmesi sonucu oluştuğu bildirilmektedir.⁷¹ Sklerotik dentinin genellikle az sayıda açık tübül içermesi yada hiç içermemesi nedeni ile geçirgenliği azdır. Bu değişimlerin hepsi fizyolojik yada patolojik nedenlerle oluşur. Ortaya çıkan dental yapı, normal dentine göre adeziv tedavileri daha az kabul eder.⁶⁶

Mine-Dentin Birleşiminin Yapısal Özellikleri

Mine-dentin birleşimi; mine ile dentin arasında üç boyutlu, ortalama 20-50 µm genişliğinde bir ara fazdır. Midye kabuğu şeklinde dalgalı bir yapıya sahip olan mine-dentin birleşimi farklı derecelerde kalsifiye olmuş sert mine ve daha yumuşak elastik dentin arasında çok farklı biyomekanik özellikler gösterir.⁸² Paralel uzanan kalın kollagen bantlar ve dentin tübül dallarının varlığında daha az mineral içeriğe sahip olup organik materyallerce zengindir⁶⁹. Sınırın yanındaki dentin ortalama 20 µm çapında konkavite sıralarından oluşmuştur. Mine yüzeyinde ise bu konkavitelere uzanan konveksite sıraları mevcuttur.⁸²

Dentin ve mine arasındaki birleşim alanında apatit kristallerinin dizilimi ve boyutları değişir. Minede apatit kristalleri daha büyüktür ve onlara komşu kristallere ya da interprizmatik protein kompleksine bağlanırlar. Dentinde ise apatit kristalleri daha küçüktür, birbirlerine ya da kollagen fibrillerine tutunurlar. Mine-dentin birleşiminde birbirine karışmış iki apatit tipi vardır. Kristal-kristal ya da kristal-kollajen ilişkisinin bağlanma enerjisi bilinmemekle beraber yapının koheziv dayanıklılığına katkı sağladığı tahmin edilmektedir.⁸²

Birleşim bölgesinde düzenli aralarla dizilmiş yapraksız, dallı ağaçlara benzeyen mine tuğları vardır. Sınırdan mine dış yüzeyine doğru uzanan ve minede çatlamlar gibi görünen kireçlenmemiş alanlar, mine lamelleri adını alırlar. Bu sınırdaki bir başka oluşumda mine pistonları denilen mine içine girmiş gibi görünen dentin kanalcıklarıdır.¹¹ Sınıra bitişik sert dentin “mantle dentin” olarak adlandırılır. Bu bölgede tübüller azdır ya da hiç yoktur.⁸²

Klinik olarak minenin dentinden ayrılması çok nadir görülür.⁸² Mine-dentin birleşim bölgesindeki kollajen fibrillerinin, dalgalanmanın ortalama düzlemine dik açı yaptığı ve mineyi dentine bağladığı belirtilmiştir.^{69,82} Birleşimin her iki tarafındaki yapıların stresleri dağıtabildiği ve böylece olası bir çatlağın ilerlemesini önleyebileceği açıklanmıştır.⁸²

BAĞLANMA

Adezyon (bağlanma) kelime olarak latinedeki adhaerere kelimesinden gelmektedir. Adeziv terminolojisinde adezyon ya da bağlanma bir maddenin başka bir maddeye yapışmasıdır. Bu maddeye ya da yüzeye adherent, adezyonu oluşturan maddeye ise adeziv denmektedir.¹⁵

Bağlanma için üç farklı mekanizmadan bahsedilir^{15,46}.

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

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

3. Mekaniksel bağlanma: Girintili çıkıntılı yüzeyler arasındaki güçlü kilitlemedir. Diş hekimliğinde bağlanma öncelikle mekanik bir kilitleme ile gerçekleşir.

Bağlanmanın dayanıklılığı ve kalıcılığı birkaç faktöre bağlıdır. Adherentin heterojen olan dokusal özellikleri, kavite preparasyonu süresince oluşan yüzey kontaminasyonu, smear tabakası, bağlanmaya karşı koyan eksternal streslerin gelişimi, bileşim yüzeyindeki yüklerin dağılımı ve adezivin fiziksel-kimyasal özellikleri önemli parametrelerdir. Nem, fiziksel stresler, sıcaklık değişimleri, pH, beslenme, çiğneme alışkanlıkları gibi ağız içi şartları da materyal ve diş dokusu arasındaki bağlantıyı etkileyen önemli faktörlerdendir.⁶⁶

Islanabilirlik ve değim açısı: Yukarıda anlatılan adezyon mekanizmalarından herhangi birinin meydana gelebilmesi için iki materyal birbirlerine yakın mesafe ve ilişkide olmalıdır. Adeziv, adherent yüzeyine ne kadar iyi akar ve yüzeyi ne kadar iyi ıslatırsa o kadar güçlü bir bağlanma oluşur. Bunun için adezivin kritik yüzey gerilim değeri, adherentın kritik yüzey gerilim değerine eşit ya da ondan daha az olmalıdır. Yüzeyin ıslatılması, yüzey üzerindeki damlanın kontak açısı ile karakterizedir. Adherent yüzeyine damlatılan adezivin oluşturduğu küre parçasına her iki maddenin birleştiği yerden çizilen teğet ile adherent yüzeyi arasında oluşan açı 'kontakt açısı' ya da 'değim açısı' olarak ifade edilir. İdeal bir ıslanma için değim açısının sıfır dereceye yakın olması

gerekmektedir. Ayrıca adezivin viskozitesi, katı yüzeyi yeterince ıslatabilmesi ve mikropörözitelere penetre olabilmesi için yeterli derecede düşük olmalıdır.^{15,66}

Bu ıslatma ve serbest yüzey teorilerine göre, mineye adezyon dentine adezyondan daha kolaydır. Mine serbest yüzey enerjisi daha fazla olan hidroksi apatit içerir.⁶⁶ Pürüzlendirme işlemi sırasında kullanılan asit, mine yüzeyini temizleyerek mikroskobik girinti ve çıkıntılar oluşturur. Böylece dokunun kritik yüzey gerilim değerini artırır (72 dynes\cm).¹⁵ Dentinin serbest yüzey enerjisi daha düşüktür (44,8 dynes\cm). Ağız içinde diş yüzeyi kritik yüzey gerilimi düşük olan (28 dyn/cm) ve adezivin ıslatmasını yetersiz kılan salya pellicülü ile kontamine olur⁶⁶. Kavite preparasyonu boyunca da düşük yüzey enerjili smear tabakasının oluşması nedeni ile doğal diş yüzeyi tamamen temizlenmelidir.¹⁵

Smear Tabakası: Kavite preparasyonu süresince yapılan kesme ve aşındırma işlemleri diş yüzeyleri üzerinde debris birikimine neden olur. Buna kan, tükürük, bakteri gibi oluşumların eklenmesi ile smear tabakası denilen yapı oluşur. Smear tabakasının kalınlığı, morfolojisi ve kompozisyonu bir dereceye kadar kullanılan aletin tipi, irrigasyon metodu, dentin alanına göre değişebilir. Smear tabakasının kalınlığı 0,5-5 µm arasında kaydedilmiştir.^{15,66}

İyatrojenik olarak üretilen bu tabakanın kesilen diş dokusu ve restoratif materyal arasındaki bağlanmaya etkisi büyüktür. Smear debrisleri, smear tıkaçları ile dentin tübüllerini kapatır. Yıkılarak ya da ovularak uzaklaştırılmadığı ve dentin geçirgenliğini %86 oranında azalttığı bildirilmiştir.⁶⁶

İnternal ve eksternal dentin nemliliği: Tübüllerin uzunluğu, çapı, dentin sıvısının viskozitesi, onda çözünen maddelerin moleküler hacmi, difüzyon için

elde edilen yüzey, tübüllerin açıklığı ve pulpal sirkülasyon ile maddelerin uzaklaştırılma oranı internal dentinal ıslaklığı etkileyen faktörlerdendir. Pulpa boynuzları üzerindeki okluzal dentin merkezden, proksimal dentin okluzalden, koronal dentin kök dentininden daha geçirgendir. Bu çeşitlilik onu bağlanma açısından mineden daha zor bir doku yapar. Eğer tübüller hermetik olarak kapatılmamışsa yüksek dentin geçirgenliği nedeni ile bakteri ve toksinler, dentin tübüllerinden pulpaya doğru kolayca penetre olurlar.

Adezyonu etkileyen diğer bir faktör de tübüllerden sızan dentin sıvısıdır. Çünkü su, hidroliz ile sert doku üzerindeki tüm adezyon alanı için etkili olarak rekabet eder. Eksternal dentinal ıslaklığın ya da çevre neminin de dentine bağlanma dayanımını negatif etkilediği gösterilmiştir.⁶⁶

Restoratif rezinlerin polimerizasyon büzülmesi: Polimerizasyon süresince, polimer zincirleri içindeki monomerlerin boyutsal olarak yeniden düzenlenmesi polimerizasyon büzülmesine neden olur. Restoratif materyalin kavite duvarlarına bağlanması, rezinin büzülmesini sınırlandırır. Bu sınırlama, rezin ile diş dokusu arasındaki bağlanmayı bozan polimerizasyon büzülme streslerine neden olur.^{15,66} Bunun sonucunda da aşınma, kenar sızıntısı, renklenme gibi bir takım sorunlar ortaya çıkar.¹⁵

Adeziv sistemlerin gelişmesi ile birlikte kullanılmaya başlanan terimler

Rezin tag: Açık dentin tübülleri içerisine doğru yönelen adeziv rezin uzantılarına verilen addır. Rezin uzantılarının morfolojisi; asitleme tekniğine, dentin derinliği, yüzey nemliliği ve yapısına göre değişir. Bağlanma için hibridize rezin tag oluşumu çok önemlidir. Peritübüler dentin, asitleme işlemi ile tübül

duvarından kaldırıldığında adeziv rezin demineralize olmuş matris içine diffüze olur. Polimerizasyonun ardından rezin taglar hibridizasyon ile tübül duvarına sıkıca bağlanırlar. Böylece oluşan rezin uzantıları hem tübüleri kapatacak hem de retansiyona katkıda bulunacaklardır.⁴⁶ Rezinin lateral tübül kollarına infiltre olması ile submikron rezin taglar oluşur. Tübüler rezin tagların oluşumundan daha önemlisi, tam bir hibrit tabakası oluşumu için bağlayıcı ajanın intertübüler dentin içine penetre olmasıdır.⁶⁶

Hibrit tabakası oluşumu: Asit kondisyonerler ile dentin yüzeyinin demineralizasyonunu takiben kollajen fibril ağı açığa çıkar. Düşük viskoziteli monomerler bu bölgeye penetre olarak eriyen hidroksiapatit kristallerinin bıraktığı nano-boşlukları doldurur ve kollajenlerin etrafını sararlar. Polimerizasyonun sağlanması ile adeziv rezin mikromekanik olarak dentin kollajeni ile bağlanır. Oluşan rezinle güçlendirilmiş, aside dirençli bu alan ‘hibrit tabakası’ olarak adlandırılır.^{1,46,66} Bu bölgenin fiziksel ve kimyasal özellikleri diş yapısından çok farklıdır. Diş dokusunun özellikle organik komponenti ile adeziv rezinin karışımından oluşmuş hibrit bir tabakadır. Kaliteli bir hibrit tabakası asitlere karşı dirençlidir.^{45,46} Kompozit rezin ve dentin arasında orta dereceli bir elastisite modülüne sahiptir. Bu elastik bölge bağlantı yüzeyinde oluşan stresleri azaltarak, bağlantının korunmasını ve marjinal bütünlüğün kalıcılığını sağlamaktadır.^{44,81,83} Hibrit tabakasının kalınlığından ziyade kalitesinin önemli olduğu ve dentine bağlanma değerleri ile hibrit tabakası kalınlığı arasında bir ilişki olmadığı saptanmıştır.^{48,65}

Kondisyoner: Kondisyonerler, adeziv sistemlerin mekanik olarak bağlanmalarını sağlayacak uygun bir dentin yüzeyi oluştururlar. Dentinin yüzey koşulları kimyasal, ısısız ve mekanik yöntemlerle değıştirilebilir. Kimyasal yöntemde asit ve kalsiyum şelatörleri, ısısız yöntemde lazer, mekanik yöntemde ise mikroabrazyon tekniğı kullanılır.¹⁵

Dentinin asitlenmesi, 1980'lerin sonlarına kadar Amerika ve Avrupa'da engellenmiştir.^{66,74} Organik ve inorganik asitlerin canlı dentin dokusu üzerine uygulanmasının pulpal enflamasyona neden olacağı ileri sürülmüştür.¹ Ancak günümüzde dentin yüzey koşullarını değıştirmek için asit ile pürüzlendirme ve yıkama tekniğı yaygın olarak kullanılmaktadır.^{15,66} Farklı konsantrasyonlarda ki asitler belirli bir süre dentin yüzeyine uygulanır ve daha sonra su ile yıkanarak diş yüzeyinden uzaklaştırılırlar.^{15,66}

Asit uygulandığında smear tabakası ve smear tıkaçları ortadan kalkar. Yoğun bir şekilde mineralize olan peritübüler dentinin demineralizasyonu ile túbül ağızları huni şeklinde açılır.¹⁵ Böylece dentin geçirgenliğı artar.²⁰ Oluşan demineralizasyon uygulanan asitin konsantrasyonuna, etki süresine ve türüne göre değışir.^{15,20,74} Demineralizasyon sonucunda minerallerin çözünmesi ile kollajen fibriller açığa çıkar ve intertübüler dentinin mikropörözitesi artar. Rezinin, intertübüler ve intratübüler penetrasyonu kolaylaşır.^{15,66} Yıkama işleminden sonra yüzeyin aşırı derecede kurutulması hidroksi apatitini kaybetmiş desteksiz kollajen fibrillerin büzülmesine neden olarak rezin infiltrasyonunu sınırlandırır. Nemli bağlanma tekniğinde asitleme ve yıkama işlemlerinden sonra yüzey tamamen kurutulmaz, hafif nemli bırakılır. Böylece kollajen fibriller pozisyonlarını

koruyarak sünger gibi davranırlar. Bu durum rezinin infiltrasyonunu kolaylaştırır³⁰ ve in vitro bağlanma dayanıklılığını artırır.⁶⁶ Klinik olarak nemli dentin parlak görünür. Birikmiş nem kurutma kağıdı ile ya da pamuk peletler ile silinerek kaldırılmalıdır. Aşırı nem primeri sulandırarak etkisinin azalmasına ya da hibrit tabakası içindeki rezin polimerizasyonunun olumsuz etkilenmesine neden olur. Ayrıca demineralize dentinde, boşlukları doldurmak için rezin ile rekabet edebilir.⁶⁶

Asit uygulanması sonucu açığa çıkan yüksek protein içeriği, dentinin kritik yüzey gerilim değerinin (44.8dynes\cm) düşmesine (29.48 dynes\cm) dolayısıyla dentin yüzeyinin ıslatılamamasına ve optimum bağlanmanın zorlaşmasına neden olabilmektedir.^{15,28,66} Demineralize yüzeye uygulanan primer kritik yüzey gerilim değerini artırır.¹⁵

Primer: Bağlanmayı arttırıcı ajanlar olarak kabul edilen primerler^{66,91} su, aseton, etanol gibi organik çözücülerde çözülmüş hidrofilik monomerler içerirler. Uçucu karakterleri ile dentin yüzeyindeki ve nemli kollajen ağındaki su ile yer değiştirerek, açığa çıkan kollajen ağdaki nano boşluklara monomerin infiltrasyonunu kolaylaştırırlar.⁶⁶ Asitlenmiş dentine primer uygulanması çökmüş kollajenleri restore eder ve rezinin dentine daha iyi diffüze olmasını sağlar. Böylece hibrit tabakasının kalitesi ve bağlanma dayanıklılığı artar.²⁴

Kısaca primerler, kimyasal yapıları farklı olan hidrofilik dentin ile hidrofobik rezini birbirleri ile uyumlu hale getirirler.^{24,66} Primer uygulanan yüzey, polimerize olmamış bağlanmayı arttırıcı moleküller içerir. Bu moleküller demineralize yüzeye uygulanan bağlayıcı ajan ile birlikte polimerize olurlar.

Polimerin, kollajen fibrilleri ve hidroksiapatit kristalleri ile iç içe geçmesi ve onları sarması ile bağlanma oluşumu tamamlanır. Bağlanmanın kalitesi, demineralize tabakaya monomerlerin penetrasyon yeteneğine bağlıdır.²⁰

Primerlere ilave edilen HEMA (2-Hidroksietil metakrilat), BPDM (Bifenil dimetakrilat), 4-META (4-Metakriloksetil trimellitat anhidrit) gibi monomerler, kollajen fibrillerine afinitesi olan hidrofilik ve adeziv rezin ile kopolimerizasyon için hidrofobik olmak üzere iki fonksiyonel grup içerirler.^{23,66} HEMA bağlanmanın desteklenmesinde temel olarak tanımlanır. Düşük moleküler ağırlığı ve hidrofilik doğası nedeni ile ıslatma yeteneği çok iyidir.^{66,87} Kollajen ağın tekrar genişlemesini sağlayarak rezin infiltrasyonunu artırır. Böylece adezivin bağlanma dayanımını geliştirir.⁸⁷ Modern adeziv sistemlerde HEMA'nın yanında NTG-GMA (N-Tolylglisin glisidil metakrilat), PMDM (Pyromellitik asit gliserol dimetakrilat) ve PENTA (Fosfatlanmış penta-akrilat esteri) gibi monomerlerde bulunur.^{20,66} Primerlerin, dentin sıvısındaki proteinlerin denatürasyonuna ve çökmesine neden olarak dentin hassasiyetini önledikleri düşünülür. Sonuç olarak dentinal geçirgenliği azaltırlar.⁶⁶

Erickson SEM çalışmalarında primer kullanılmadığı zaman tübüller açık olsa bile rezin tagların oluşmadığını göstermiştir.²⁰ Dentin yüzeyinden smear tabakasının kaldırılmasından sonra HEMA içeren bir bonding ajanın kullanılması ile başarılı bir bağlanma oluşturulduğu bildirilmiştir.⁷⁹

Adeziv Rezin: Bonding ajan olarak da adlandırılan adeziv rezinler öncelikle BIS-GMA (Bisfenol glisidil metakrilat), UDMA (Ürethan dimetakrilat) gibi hidrofobik monomerlerden, TEG-DMA (Trietilen glikol dimetakrilat) gibi

viskozite düzenleyicilerden ve HEMA gibi ıslatıcı ajanlardan oluşurlar⁶⁶ ve solvent içermezler.⁸⁷ Çoğu adeziv rezinin doldurucu içermemesine rağmen doldurucu içeren rezinlerin diş-restorasyon ara yüzeyinde stres rahatlatıcı etkileri olduğunu ileri süren araştırmalar vardır.⁷⁴ Etkili bir bağlayıcı ajan, dentine yeterince infiltre olabilmesi için hidrofilik gruplar ve BIS-GMA gibi monomerlerle kopolimerizasyon için hidrofobik gruplar içerir.⁵⁶

Adeziv rezinin en önemli görevleri, asitleme sonucu kollajende oluşan nano boşlukları doldurmak, dentin tübülleri içine girerek rezin tagların oluşumunu ve hibrit tabakasının sabitleşmesini sağlamaktır. Bağlayıcı ajanın yüzeyi iyi ıslatabilmesi uygun primer seçimine ve bu primerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesine bağlıdır. Primer uygulandıktan sonra oluşan hibrit tabaka bağlayıcı ajan ile birlikte polimerize olur.^{15,45,74,87} Adeziv rezinlerin ışıkla, kimyasal olarak ya da hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olabilen türleri vardır.^{15,66} Yeterli derecede polimerize olmuş adeziv rezin, kompozit rezinin polimerizasyon büzülmesi sonucu oluşan stresleri azaltarak rezin-diş bağlantısını korur.^{66,20,91,81}

DİŞ DOKULARINA BAĞLANMA

Dental materyallerin mineye bağlanması dentin ile karşılaştırıldığında daha kolaydır.⁶⁶ Mineye asit uygulama işlemi sonucunda smear tabakası kaldırılır, mikroskobik girinti ve çıkıntılar oluşur, sonuç olarak kritik yüzey gerilim değeri yükselir (72 dynes/cm). Mikropözitelere penetre olmuş monomerlerin polimerizasyonu ile mine ve restoratif materyal arasında bağlanma gerçekleşir.⁶⁶

Bu teknik ile minede yüksek oranda mikromekanik tutuculuk ve mükemmel örtüleme elde edildiği bildirilmiştir.¹⁵ Asit ile pürüzlendirmede, asitin konsantrasyonu, biçimi, uygulama yöntemi ve süresi, mine dokusunun mineral içeriği ve geçirgenliği, hastanın yaşı büyük önem taşır.^{15,86}

Mine-dentin birleşim alanının karışık bir anatomik yapıya sahip olması adeziv materyallerin bağlanmasını etkileyebilir. Bu bölge mine ve dentinden daha az mineralize, fibril ile kuvvetlendirilmiş bir bağlantı alanıdır. Yapılan bir çalışmada mine-dentin birleşiminin asit uygulamalarına daha hassas olduğu gösterilmiştir. Mineral içeriğinin az olması, dentin tübül dalları ve kollagen bantların varlığının asit solüsyonunun yayılımını hızlandırdığı düşünülmüştür.⁶⁹

Dentine bağlanma artık tüm kliniklerde kabul edilen bir uygulama haline gelmiştir.1980'lerin başında tanımlanan dentin hibridizasyonu kavramı ile birlikte klinik beklentiler de artmıştır.⁹⁵ Dentinin yapısı ve kimyasal içeriği, mineye asit uygulanması ile elde edilen mikromekanik tutuculuğa izin vermez. Yüksek protein içeriği nedeni ile yüzey enerjisi düşük olması adezivin dokuyu ıslatmasını zorlaştırır.⁶⁶ Ancak günümüz adezyon teknolojisi ile kaliteli hibrit tabakası ve mikromekanik tutuculuk oluşumu sağlanarak etkin bir bağlanma elde edilebilmektedir.²¹

Dentinin inorganik içeriği mineye göre daha azdır ve hidroksiapatit kristallerinin dağılımı minedeki gibi düzenli değildir.⁷⁴ Dentine bağlanma dayanımı; yaş, dentin derinliği, kalsiyum konsantrasyonu, nemlilik, smear tabakası gibi faktörlerden de etkilenmektedir.⁷³ Derin dentinde tübüllerden gelen nem nedeni ile bağlanma dayanıklılığı daha düşüktür. Resin-dentin bağlantısındaki

zorlukların diğer bir kaynağı da dentinin yapısındaki değişikliklerdir. Sklerotik dentine rezin penetrasyonu normal dentinden daha azdır. Bu durum başarılı bir bağlantı oluşumunu tehlikeye atabilir.⁷⁴ Bağlantıyı etkileyecek başka bir faktörde smear tabakasının varlığıdır. Kavite preparasyonu sırasında oluşan smear debrisleri, smear tıkaçları ile dentin tübüllerini kapatarak dentinin geçirgenliğini azaltırlar.⁴⁶

Dentine bağlanma uygulamalarını klinikte daha kolay hale getirme ve aşamalarını azaltma çabaları yeni adezivlerin geliştirilmesine öncülük etmiştir.⁹⁵

Günümüzde modern dentin adeziv sistemler ile smear tabakası ilişkisini öne çıkaran üç çeşit bağlanma stratejisi kullanılmaktadır.^{29,66}

1- Smear tabakasını modifiye eden bağlanma stratejisi

Bu gruba giren dental adezivler, smear tabakasının bakteriyel geçişleri önlediği, pulpadaki sıvı akışını sınırlandırdığı ve dolayısı ile pulpayı koruduğu düşüncesi ile geliştirilmiştir. Smear tabakası içine infiltre olan monomerlerin polimerizasyonu ile smear tabakasının altındaki dentine bağlantısının kuvvetleneceği beklentisi vardır. Bu adeziv sistemlerin mikromekanik bağlantı ile birlikte dentin ile zayıf kimyasal bağ oluşturduğu düşünülür. Ancak dentine penetrasyonlarının yüzeyel olması nedeni ile tutunmaları da çok yüzeyel olur. Smear tabakasını modifiye eden dentin adezivlerin bazılarında sadece adeziv rezin (tek basamaklı), bazılarında ise primer ve adeziv rezin (iki basamaklı) bulunmaktadır.^{29,66,84}

2- Smear tabakasını tamamen ortadan kaldıran bağlanma stratejisi

Bu sistemlerde total-etch tekniği ile mine ve dentine aynı anda asit uygulanarak smear tabakası tamamen kaldırılır. Etki mekanizmaları genellikle rezin tag oluşumu ve hibridizasyona bağlıdır. Bu sistemler genellikle üç basamaklıdır. İlk basamakta uygulanan asit kondisyoner sadece smear tabakasını kaldırmaz aynı zamanda yüzeyel demineralizasyon ile kollajen fibrilleri de açığa çıkarır. İkinci basamak, primer uygulanmasıdır. Primerler adezyonu artırıcı ajanlardır. Açığa çıkmış kollajen fibrillerine afinitesi olan hidrofilik özellikli monomerler ve adeziv rezin ile ko-polimerizasyon için hidrofobik özellikli monomerler içerirler. Üçüncü basamak ise adeziv rezinin uygulanmasıdır. Bu tekniğin komplike olması, teknik hassasiyet gerektirmesi ve zaman alıcı olması, primer ve adezivin birleştirildiği sistemlerin geliştirilmesine yol açmıştır.^{29,66,84}

3- Smear tabakasını çözen bağlanma stratejisi

Uygulamaları daha basit olan, zayıf asidik primer ya da self-etch primer olarak adlandırılan bu sistemler smear tabakasını tamamen kaldırmaksızın çözerler. Tübül ağzlarını açarak dentini kısmen demineralize ederler. Bu sistemde, mine ve dentinin asitlenmesi, primerlenmesi ve monomerlerin penetrasyonu aynı anda sağlanır.^{29,84} Çözünen smear tabakası bonding işlemlerine dahil olur. Böylece smear tabakası ile iç içe geçmiş bir hibrit tabaka oluşturulur.^{66,84}

ADEZİV SİSTEMLERİN UYGULAMA YÖNTEMLERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Adeziv sistemlerin uygulama yöntemleri temel alınarak hazırlanan bu sınıflandırma basit olmakla birlikte güvenilirlik ve tutarlılık sağlar. Diş hekimleri ve araştırmacılara adeziv sistemlerin özellikleri ve adezyon mekanizması ile ilgili temel bilgi verir.⁸⁷

1-Total-etch adezivler

2-Self-etch adezivler

3-Cam iyonomer adezivler

1-Total-Etch Adezivler

Bu sınıflandırmaya giren adeziv sistemlerde ilk aşamayı asit uygulama ve yıkama işlemleri oluşturur.⁸⁷ Dentin dokusunun asit ile pürüzlendirilme nedeni mikromekanik tutuculuğun, rezin-dentin bağlantısındaki en önemli mekanizma olmasıdır.^{7,85} ‘Total-etch’ terimi mine ve dentin dokusunun birlikte farklı sürelerde pürüzlendirilmesini ifade etmektedir.²⁸

Japonya’da Fusayama ve arkadaşlarının çalışmaları temel alınarak Bertolotti ve Kanca mine gibi dentine de fosforik asit uygulanmasını önermişlerdir. Bu teknik başlangıçta pulpaya zarar vereceği düşüncesi ile oldukça tartışılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarla total-etch tekniğinin güvenilir ve etkili bir yöntem olduğu yaygın olarak kabul edilmiştir. Bu gruptaki adeziv sistemler 3 temel basamak içerirler.^{74,87}

1. Basamak: Kondisyonlama

2. Basamak: Primer uygulanması

3. Basamak: Adeziv rezin uygulanması

İlk basamakta uygulanan asit, smear tabakasını kaldırılarak dentinin 3-5 µm veya daha fazla derinlikte dekalsifiye olmasını sağlar. Böylece hidroksi apatitini kaybetmiş kollajen fibrilleri açığa çıkar. Bu fibriller, rezin monomerin mikromekanik tutuculuğu için mikro-tutucu ağ olarak fonksiyon görürler.⁸⁷

İkinci basamak, bağlanmayı artırıcı monomerlerin (primer) uygulanmasıdır. Bu basamakta açığa çıkmış kollajen fibrillerin yeterince ıslatılması ve kalan suyun uzaklaştırılması sağlanmalıdır. Böylece dentin, adeziv penetrasyonu için hazır hale gelir.⁸⁷

Son basamak adeziv rezinin uygulanmasıdır. Adeziv rezinin, kollajen fibrilleri ile karışmış primerle birlikte kopolimerize olması sonucu hibrit tabakası oluşur.^{74,87}

Total-etch adezivlerin dentine bağlanma mekanizmalarında, mikromekanik tutuculuk ya da hibridizasyon için adeziv rezinin açığa çıkmış kollajen ağı içerisine difüzyonu oldukça önemlidir.⁵⁵

Dentine aşırı derecede asit uygulanması, demineralize dentin tabanındaki kollajenlerin tamamen rezin ile kapatılamaması nedeni ile bağlanmanın zayıf olmasına neden olur.⁷ Oluşan hibrit tabaka pöröz bölgeler içerir.⁸⁷ Ayrıca yıkama işlemi sonrasında dentinin aşırı kurutulmasına bağlı olarak kollajenler çökebilir. Geleneksel adeziv sistemler kullanıldığında, nem kontrolünün zorluğu ve uygulama basamaklarının çok olması hata yapma olasılığı da yüksektir. Bu

nedenle üreticiler, üç basamaklı total-etch adezivleri basitleştirmeye yönelmişler ve iki basamaklı total-etch (one-bottle) sistemini geliştirmişlerdir.^{7,74}

Bu sistemde birinci basamağı asit uygulanması oluştururken tek şişede birleştirilmiş primer ve adeziv rezin uygulaması ikinci basamağı oluşturur.^{28,74} Bağlanma mekanizmaları üç basamaklı total-etch sistemler ile aynıdır. Üç basamaklı sistemler gibi neredeyse hepsi nemli bağlanma tekniği gerektirirler. Nemli bağlanma tekniğinde yüzey, asitleme ve yıkama işleminden sonra tamamen kurutulmayarak hafif nemli bırakılır. Böylece kollajen fibrilleri çökmez ve rezinin penetrasyonu için sünger gibi davranırlar. Yüzeye uygulanan adeziv rezin içeriğindeki aseton ya da etanol çözücü su ile yer değiştirerek kollajen ağ içerisine rezini taşır.⁷⁴

Üç basamaklı sistemler gibi, iki basamaklı total-etch sistemlerin de laboratuvar testlerinde genellikle iyi performans gösterdikleri bildirilmiştir.^{10,27,74}

Bu sistemlerin uygulanması daha basit olmakla birlikte ikinci aşamanın birkaç kez uygulanmasının önerilmesi, sürenin uzamasına ve teknik hassasiyet gerekliliğinin artmasına neden olmaktadır. Üç basamaklı total-etch tekniğinin dezavantajları bu sistem içinde geçerlidir.²⁸ Asit uygulanan dentinin klinik koşullarda iyi kapatılmama olasılığı mevcuttur. Ayrıca polimerizasyon büzülmesinin fazla olduğu durumlarda post operatif hassasiyet riski olduğu⁷⁴ ve primer ile adeziv rezinin birlikte kullanılmasının hibridizasyon etkinliğini azaltabileceği bildirilmiştir.⁷

2-Self-Etch Adezivler

Total-etch sistemler ile ilgili devam eden problemler, self-etch adezivlerin geliştirilmesine neden olmuştur.⁷⁴ İlk self-etch sistemler, HEMA-su bazlı adezivlerde asidik monomer miktarının arttırılması ile üretilmiştir. Su, foksiyonel monomerlere iyonizasyon ortamı sağlaması nedeni ile günümüz self-etch adezivlerinin içeriği için zorunludur.⁸⁷ Bu sistemler ayrı bir basamakta asitleme ve yıkama fazı gerektirmezler. Onlar mine ve dentini eş zamanlı demineralize eden ve primerin infiltrasyonunu sağlayan asidik monomerler içerirler. Böylece klinik uygulama zamanını azaltmakla birlikte işlem süresince hata yapma olasılığını da düşürürler.^{17,88} Asitleme sonrası yıkama işlemi yapılmadığından smear tabakası ve demineralizasyon ürünleri ortamdaki uzaklaşmaz, adeziv rezin içerisine dahil olur.⁸⁷ Buna ek olarak yüzeyin fazla kurutularak açığa çıkmış kollajen yapıda, çökme veya bağlanmayı engelleyecek ölçüde ıslak kalma riski de azalmaktadır.²⁸ Asitleme ve rezin infiltrasyonu eş zamanlı olduğundan eksik infiltrasyon olasılığı düşüktür ya da yoktur. Buna bağlı olarak post operatif duyarlılığın oluşmaması beklenir.^{30,38,88}

Bu sistemlerin asiditeleri dentinin tamponlama kapasitesini aşacak derecede yeterli olmalıdır. Ayrıca smear tabakası içine diffüze olduklarında su ile yer değiştirebilmek için yeterli miktarda monomer içermelilerdir. Elde edilen hibrit tabakası asit kullanılan sistemlere göre daha incedir.¹³

Self-etch adezivler uygulama prosedürleri ve asiditelerine göre alt gruplara ayrılabilirler.⁸⁷

Uygulama prosedürlerine göre:

- 1-İki basamaklı self-etch adezivler
- 2-Tek basamaklı (all-in-one) self-etch adezivler

Asiditelerine göre:

- 1- Hafif self-etch adezivler ($pH \geq 2$)
- 2- Kuvvetli self-etch adezivler ($pH \leq 1$)
- 3- Orta kuvvetli self-etch adezivler ($pH \approx 1.5$)

İki basamaklı self-etch adezivlerde, birinci basamağı asidik monomer ilave edilmiş hidrofilik primer solüsyonu uygulaması, ikinci basamağı ise hidrofobik adeziv rezin uygulaması oluşturur.

Tek basamaklı self-etch adezivlerde, asidik monomer ilave edilmiş primer ve adeziv birlikte yer almakta ve aynı anda uygulanmaktadır. Hidrofilik ve hidrofobik komponentlerin karışımıdır.

Hafif self-etching adezivler ($pH \geq 2$), dentini oldukça sık demineralize ederek olası kimyasal etkileşim için kollagen fibriller etrafında hidroksi apatitin kalmasına izin verirler. Genellikle smear tıkaçlarını tamamen kaldırmazlar. Sonuç olarak submikron boyutlarda oldukça yüzeyel bir hibrit tabakası oluştururlar.

Kuvvetli self-etch adezivlerin ($pH \leq 1$), dentinde ki TEM görüntüleri total-etch adezivlerin ara yüz görüntülerine çok benzer. Hafif self-etch adezivlere göre dentine infiltrasyonları daha derindir. Bu nedenle oluşan hibrit tabakası kalındır ve rezin taglar mevcuttur.⁸⁷

*Orta kuvvetli self-etch adezivler (pH≈1.5), hafif ve kuvvetli self-etch adezivler arasında özellikler gösterirler. Hafif self-etch adezivlere göre mine ve dentin ile daha iyi mikromekanik bağlanma elde edilir.*⁸⁸

Günümüz self-etch adezivleri klinik olarak uygun zaman içinde smear tabakasını çözebilmek ve dentine infiltre olabilmek için yeterli asiditeye sahiptirler.⁸⁷ Primer solüsyonunun pH'sından başka, smear tabakasının kalınlığı, viskozite ve ıslatma özellikleri self-etch adezivlerin infiltrasyon ve demineralizasyon özelliklerini açığa çıkarır.⁸⁷

Hibrit tabakasının ince olması ve rezin tagların yokluğuna rağmen hafif self-etch adezivler memnun edici sonuçlar göstermişlerdir. Self-etch adezivlerin iyi performansı için monomerler ve hidroksi apatitler arasındaki ilişki makul bir açıklama olabilir. Hidroksi apatitin kalsiyum iyonları ile karboksilik ve fosfat grupları arasında iyonik bağlanma vardır. Kimyasal bağlanma yeteneği monomere özgüdür ve kalsiyum-monomer bağının hidrolitik stabilitesine bağlıdır.⁸⁷ Özellikle bağlanmanın sürekliliğinde monomerin kendi hidrolitik stabilizasyonu önemlidir. Mikromekanik bağlanmanın ani streslere karşı dayanıklılık sağladığı, ek kimyasal etkileşimin ise adezyonun kalıcılığı ve devamlılığı ile ilgili olduğu düşünülmektedir.^{87,88} Hafif self-etch adezivlerde hidroksi apatit kollajen fibrillerden tam olarak ayrılmamış olduğundan bu mekanizmalarla oluşan bağlanma, restorasyonun uzun süreli başarısında avantaj yaratabilir.²⁸

3- Cam iyonomer adezivler

Cam iyonomerler herhangi bir yüzey tedavisi olmaksızın diş dokusuna kendi kendine tutunabilen tek materyallerdir. Bunun doğru olmasına rağmen polialkenoik asit kondisyonerlerin diş yüzeyine uygulanması, cam iyonomer materyallerin bağlanma etkilerini önemli derecede artırmıştır.⁸⁸ Adezyon mekanizmasının dentine mikromekanik ve kimyasal yolla olduğu düşünülmektedir. Polialkenoik asit kondisyonerler, smear tabakasını kaldırarak 0,5-1 µm derinliğe kadar kollajen fibrillerini açığa çıkarırlar. Cam iyonomer bileşenlerinin yüzeye diffüze olması ile mikromekanik bağ kurulur. Polialkenoik asitin karboksil gruplarının kollajen fibrillerde kalan hidroksi apatitlerin kalsiyumları ile etkileşimi sonucu kimyasal bağlanma elde edilir.⁵⁵

KOMPOZİT REZİNLER

Kompozit dolgu maddesi ilk kez 1962 yılında diş hekimliğine tanıtılmıştır.¹⁵ Kompozit kelimesi materyallerin fiziksel karışımı anlamına gelmektedir. Dental kompozitler polimerize olan akrilik monomer içerisinde silikat cam partiküllerinin karışımını ifade etmektedir.⁶⁰

Kompozit rezinlerin üç ana fazı bulunmaktadır.¹⁵

1. Organik polimer matriks
2. İnorganik faz
3. Ara faz

Organik polimer matriks faz: Kompozitlerde en yaygın olarak kullanılan monomer Bis-GMA rezindir. Ayrıca HEMA, Penta, TEGDMA, UDMA, NTG-

GMA gibi sistemlerde kullanılmaktadır. Bis-GMA orijinal olarak bisfenol-A ve glisidil metakrilatın reaksiyonu ile üretilen difonksiyonel monomerdır. Kompozitlerde kullanılan benzer bir difonksiyonel monomer UDMA'dır. Hem Bis-GMA hem de UDMA yüksek moleküler ağırlıkları nedeni ile oldukça visközdürler. MMA (Metil metakrilat), EDMA(Etilenglikol dimetakrilat), TEG-DMA ise viskoziteyi azaltmak için matrikse ilave edilmiş diğer difonksiyonel monomerlerdir. Bunlardan TEG-DMA daha sıklıkla kullanılır.^{9,15,60}

İnorganik faz: İnorganik faz matriks içine dağılmış olan çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz, borosilikat cam, lityum aluminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko, yitrium cam ve baryum aluminyum silikat gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşur. Kompozit materyalinin diş dokusuna benzer niteliklere sahip olabilmesi için polimerin özelliklerini tamamlarlar.

Partikül miktarı arttıkça, organik matriks oranı düşer, kompozitin ısıl genişleme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi ve su absorpsiyonu azalır, dayanıklılığı artar.¹⁵

Ara faz: Bu faz, organik polimer matriks ile inorganik fazı birbirine sıkı bir şekilde bağlar. Materyalin özelliklerinin iyileştirilmesi ve kimyasal yapının devamlılığının sağlanması açısından önemlidir. Ara faz organik silisyum bileşiği olan silanlardan oluşur. Modern kompozit rezinlerde silika partiküllerinin yüzeyi silika bağlanma ajanları ile önceden kaplanmıştır. Bu katmanda bir ucu silika partiküllerinin yüzeyindeki hidroksil grupları ile diğer ucu organik matriksteki primer ile bağlanan çift fonksiyonlu moleküler vardır.^{15,60}

Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Günümüzde kompozit rezinlerin sınıflandırılmasında Lutz ve Philips'in sınıflandırması hala geçerliliğini korumaktadır. Bu sınıflandırmada inorganik doldurucu partiküllerinin büyüklüğü ve miktarı esas alınmıştır.¹⁵

1. Megafil kompozitler (50-100 μ m)
2. Makrofil kompozitler (10-100 μ m)
3. Midifil kompozitler (1-10 μ m)
4. Minifil kompozitler (0,1-1 μ m)
5. Mikrofil kompozitler (0,01-0,1 μ m)
6. Nanofil kompozitler (0,005-0,01 μ m)
7. Hibrit kompozitler (0,04-1 μ m)

Farklı büyüklükteki doldurucu partiküllerin karışımını içeren kompozit rezinlere hibrit kompozitler (0,04-1 μ m) denilmektedir. Büyük partikül hibrit türünü belirler.

Eğer doldurucu partiküller silanizasyon dışında herhangi bir işlem uygulanmadan matrikse katılırlarsa bu tür kompozitlere 'homojen kompozitler', önceden polimerize edilmiş ve öğütülmüş kompozit kitlesi doldurucularla birlikte monomer matrikse eklenirse bu tür kompozitlere de 'heterojen kompozitler' adı verilmektedir.^{15,60} Heterojen kompozitlerde organik doldurucuların miktarı artırılmış, partiküllerin polimer matrikse kimyasal yolla bağlanması ile polimer matriks içinde daha iyi özellikler gösteren adacıklar oluşturulmuştur.¹⁵

Geleneksel kompozitler makrofil kompozitler diye adlandırılır. İnorganik partikül olarak kuartz içerirler. Partiküllerin büyük ve sert olması nedeni ile

organik matriks inorganik partiküllerden daha fazla aşınır. Bu da yüzey pürüzlülüğüne ve renk uyumunun bozulmasına neden olur.^{15,89}

Yüzey pürüzlülüğünü çözmek amacı ile mikro dolduruculu kompozitler geliştirilmiştir. Bu kompozitlerle düzgün bir yüzey hazırlanabilmekle beraber aşınmaya karşı dirençleri düşüktür. Kompozit türleri içerisinde ısıl genleşme katsayısı en düşük olan mikrofil ve midifil kompozitlerdir.¹⁵

Mikrofil kompozitlerde partikül miktarındaki azalmaya bağlı olarak monomerin fazlalaşması su absorpsiyonunun artmasına ve elastisite modülünün azalmasına neden olmuştur. Partiküllerin ışık kırma indeksinin mine dokusuna yakın olması mine dokusuna benzer bir görünüm sağlamıştır.¹⁵

Nanoteknoloji sayesinde partikülleri görünür ışık dalga boyundan daha küçük olan ve çeşitli polimer zincirleri arasına iyi bir uyum göstererek yerleşebilen nanofill kompozitler üretilmiştir. En önemli özellikleri düşük polimerizasyon büzülmesi göstermeleri ve aşınmaya daha dayanıklı olmalarıdır.^{4,14,15,43}

Kompozit rezinler viskozitelerine göre kondanse edilebilen kompozitler ve akışkan kompozitler olarak sınıflandırılırlar. Kondanse edilebilen kompozitlerde inorganik doldurucu partikül miktarı artırılarak kondanse edilebilen visküz kompozitler üretilmiştir. Böylece rezin kaviteye basınç yapılarak yerleştirilebilir ve kontak noktaları ideale yakın bir restorasyon oluşturulabilir.¹⁵

Akışkan kompozitler düşük viskoziteli hibrit rezinlerdir. Doldurucu miktarları az olduğundan aşınmaya karşı dirençleri daha zayıftır. Kavite duvarlarına adaptasyonları daha iyidir. Bazı araştırmacılar tarafından, akışkan

kompozitlerin özellikle proksimal kavitelere kondanse olabilen kompozit rezinlerin altında stres kırıcı işlevi gördüğü belirtilmiştir.¹⁵

Dental marketlere sürekli yeni ürünler girmektedir. Bu yeni ürünlere örnek olarak ormoserler verilebilir. Ormoser adı organik-modifikasyon-seramik kelimelerinin ilk hecelerinden oluşmaktadır. Ormoserlerin aşınmaya karşı dirençlerinin kompozit rezinlerden çok daha fazla olduğu iddia edilmektedir.¹⁵

Kompozit rezin restorasyonların başlıca başarısızlık nedenleri polimerizasyon büzülmesi, kenar sızıntısı, post operatif duyarlılık ve renklenmedir. Kullanılan ışık kaynağının gücü, uzaklığı, kompozitin rengi, kalınlığı, ışık kaynağından yayılan ısı, kompozit rezinin yapısı, kavitenin şekli polimerizasyon büzülmesini arttıran etkenlerdendir.¹⁵

Partikül miktarı fazla olan kompozitlerin elastisite modülleri yüksek olduğundan hacimsel büzülme miktarları azalmıştır. Buna ek olarak partikül miktarı fazla ve partiküller arası boşluğu az olan rezinler aşınmaya karşı daha dirençlidirler.^{4,15}

Kompozitin rezinin ve diş dokularının ısısız genişleme katsayıları arasındaki farklılık, kompozitin mine ile yapmış olduğu bağlanmayı olumsuz yönde etkiler. Kompozit rezinin ısısız genişleme katsayısı mine dokusuna ne kadar yakın ise diş-kompozit ara yüzeyinde oluşabilecek sorunlara o kadar az rastlanır.¹⁵

ADEZİV SİSTEMLERİN LABORATUAR PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dental materyallerin değerlendirilmesinde in vivo testler çok önemlidir. Ancak bu testler oral kavite içerisinde aynı zamanda oluşan farklı streslerin restorasyon üzerindeki etkilerini doğru olarak ayırt edemeyebilirler.

Laboratuar testleri ile diğer değişkenler sabit tutulurken tek bir etki değerlendirebilir. Bu tip araştırmalar temel alınarak diş hekimlerine dental materyallerin seçimi ve uygun kullanımı ile ilgili tavsiyeler oluşturulabilir. Genellikle laboratuar testleri, yeni materyal ve tekniklerin değerlendirilmesi için kolay ve ucuz olmalarının yanı sıra daha az zaman gerektirirler. Sonuç olarak amaç, uzun süreli klinik davranışları tahmin etmek olmalıdır.⁸⁸

Restorasyon Etrafındaki Sızıntının Değerlendirilmesi

Adeziv restorasyonların tamiri ve yenilenmesi için kenar sızıntısı ya da renklenmesi en sık karşılaşılan sebeplerden biridir. Bu nedenle de bağlanma dayanımı testlerinin yanı sıra adezivlerin kenar kapama yeteneklerinin de test edilmesi gereklidir.⁸⁸

Mikrosızıntı, klinik olarak görülmeyen bakteri, sıvı, molekül ve iyonların kavite duvarı ile restoratif materyal arasından geçişi olarak tanımlanır. Zamanla restorasyonda kenar renklenmelerine ve kırıklara, hassasiyete, ikincil çürük oluşumuna hatta pulpada patolojik gelişimlere neden olabilir.² Bugün, restoratif materyal ve tekniklerin hiçbirisi kenar aralığını tamamen kapatamaz dolayısı ile uzun vadede mikrosızıntıyı önleyemezler.⁸⁸ Restoratif materyalin örtüleme kapasitesini değerlendirmek için in vivo ve in vitro olarak pek çok teknik

geliştirilmiştir. İn vitro çalışmalar, boyalar (bazik fuksin, fluoresans boyaları, metilen mavisi), gümüş nitrat, radyoaktif izotoplar (Ca^{45} , C^{14} , I^{131} , S^{35} , Na^{22}), hava basıncı, bakteri, nötron aktivasyon analizi, taramalı elektron mikroskopu, suni çürük teknikleri ve elektirik iletkenliği kullanımı kapsarlar.²

Organik boyaların mikrosızıntının değerlendirilmesi için kullanımı en yaygın ve en eski metotlardan biridir. 1874'de King, sızıntı çalışmasında mavi mürekkep ve 1875'de Tomas, kumaş mürekkebi kullanmışlardır.² Bu metot, restorasyon kenarları hariç, restore edilmemiş diş kısımlarının suya dayanıklı bir vernik ile kapatılmasından sonra dişin boya solüsyonunda bekletilmesini kapsar. Belli bir süre sonra modeller yıkanır ve restorasyon ile diş dokusu arasında oluşan boya penetrasyonunun miktarına gözle karar verebilmek için iki yada daha fazla kesitlere ayrılır.⁸⁸ Yayınlanan literatürler incelendiğinde kullanılan boyanın seçiminde geniş bir çeşitlilik olduğu görülür. Konsantrasyonları ise genellikle %0,5-%10 arasındadır. Modellerin solüsyonda bekletilme süresi ise 4-72 saat arasında yada daha fazladır.²

Bakterilerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanımı, özellikle bakteriyal popülasyonun kontrolünün zor olması gibi dezavantajlara sahiptir. Bu teknikle, bakterilerin zararlı ürün ve toksinlerinin geçmesine izin veren ancak bakteriyal penetrasyona izin vermeyen daha küçük aralıklar değerlendirilemez. Radyoizotop çalışmalarında ise restoratif materyale veya diş dokusuna afinitesi olabilen ^{45}Ca gibi izotopların kullanılması otoradyografi üzerinde yanıltıcı bir dağılıma neden olabilir.⁷⁶

Diş dokusuna ve restoratif materyale bağlanma eğilimi gösteren boyalar, restorasyon ve kavite duvarları arasındaki boşluğu gerçekte olduğundan daha derin ve daha geniş gösterebilirler.² Boyaların partikül boyutlarının da mikrosızıntı sonuçlarını önemli oranda etkilediği bilinmektedir.⁸⁸ Boya penetrasyon yönteminin avantajları sulu solüsyonlarının kullanılabilmesi, görünen ışık altında kolaylıkla saptanabilmeleri, hızlı ve direk ölçüm sağlamaları, sert dokularla reaksiyona girmemeleri, ucuz ve nontoksik olmalarıdır.^{2,75}

Son zamanlardaki pek çok sızıntı çalışması termal siklus uygulamalarını da kapsamaktadır. Bu işlem, oral kavitede meydana gelen ısı değişimlerine uygun olarak, in vitro koşullarda restorasyon ve dişin belirli derecelerde yüksek ve düşük ısılarla maruz bırakılmasıdır. Termal değişimlerden kaynaklanan marjinal sızıntıyı muhtemelen ilk olarak Nelsen, Wollcot ve Paffenbarger göstermişlerdir. Diş dokusu ve restoratif materyalin termal ekspansiyon katsayıları arasındaki farklılıkların marjinal sızıntıya neden olduğu vurgulanmıştır.²

Çalışmalarda kullanılan ısılar 0°C-68°C arasındadır. Bu araştırmalarda, yazarlar tarafından in vivo çalışmalarla belirlenen, sıcak-soğuk içeceklerin içilmesi sırasında diş yüzeyinde oluşan ısı ölçümleri temel alınmıştır.² En çok tercih edilen maksimum ve minimum ısıların 5-55°C arasında olduğu bildirilmiştir.⁷⁸ Modellerin soğuk ve sıcak solüsyonlarda bekletilmesi için kullanılan süreler 10 sn, 15sn, 30 sn, 60 sn, 120 sn değerleri arasında değişmektedir. Bununla birlikte daha kısa bekletme sürelerinin kullanılmasının klinik olarak daha gerçekçi olduğunu belirtmiştir.^{2,59} Araştırmalarda tercih edilen siklus sayısı ise 1-1000000 arasında değişmektedir.²⁶

Türkün ve Ergücü ⁷⁸1997 ve 2002 yılları arasında yayınlanmış 84 in vitro sızıntı çalışmasını değerlendirdikleri araştırmalarında yaşlandırma yöntemi olarak %79,3 oranında termal siklus yönteminin kullanıldığını, siklus sonrasında çalışmaların %86,8'inde dişlerin boya solüsyonlarında bekletildiğini ve bazik fuksinin %40,8 oranla en sık tercih edilen boya solüsyonu olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca yapılan araştırma sonrasında yaşlandırma çalışmalarının sadece %20'sinde mekanik siklus tercih edildiği görülmüştür.

Gale ve Darvel ⁷⁶ 130 tane termal siklus kullanılan laboratuvar çalışmalarını incelemişler ve test düzeneklerinin birbirlerinden çok farklı olması nedeni ile raporların karşılaştırılmasında zorlandıklarını belirtmişlerdir. Sonuçlar çelişkili olmakla beraber genellikle termal stresle birlikte sızıntının arttığı bildirilmiştir.

Bağlanma Dayanımı Testleri

Ağız içinde diş ve restorasyon ara yüzeyi eş zamanlı oluşan farklı kuvvetlere maruz kalır. Polimerizasyon süresince oluşan büzülme stresleri, çiğneme kuvvetleri ile oluşan mekanik stresler, sıcaklık ve pH değişimleri ile oluşan kimyasal stresler bağlanma bütünlüğüne etki etmektedirler.⁸⁸ İn vitro koşullarda bu farklı stres tipleri kullanılarak, devamlı gelişmekte olan adeziv materyallerin hızlı bir şekilde test edilmesi kaçınılmazdır.⁵ Bu testler mükemmel olmamakla birlikte adeziv sistem ve tekniklerinin gelişmesini sağlarlar.⁵²

Bağlanma dayanımı, diş ve restorasyon ara yüzeyindeki birim alana düşen kuvvet olarak tanımlanır. Diş yüzeyine paralel yönde gelen kuvvetler makaslama stresleri olarak adlandırılırken, dik yönde gelenler gerilme stresleridir. Makaslama

ve gerilim stresleri bağlanma dayanımı testlerinde sıklıkla kullanılırlar.⁸⁸ Gerilim testinde, diş yüzeyine 90° açı ile gelen kuvvetlerle bağlantı kırılır. Gerilim testine göre klinik duruma daha uygun olduğu ileri sürülen makaslama testinde ise kullanılan kuvvetler dişe paralel yöndedir.⁵⁸ Test metodunun uygulanması, kullanılan materyaller, diş yapısı ve test öncesi örneklerin saklama koşulları bağlanma dayanımı testlerinin sonuçlarını etkileyen ana faktörlerdir. Bu nedenle de veriler arasındaki çeşitlilik sürpriz değildir.^{52,88}

Büyük yüzey alanına sahip olan geleneksel test yöntemlerinde, örneklerdeki kırılmalar sıklıkla dentinde koheziv şekilde ortaya çıkar.^{63,92} Bu tip kopmalar materyalin kendi içindeki kırılma olduğu için, bağlanma dayanıklılığı hakkında güvenilir bilgi vermez. Klasik bağlanma test metotları hakkında yapılan pek çok çalışma, dentin-rezin ara yüzeyindeki stres dağılımının homojen olmadığını göstermiştir.⁵⁴ Homojen olmayan stres dağılımı lokal stres alanları yaratır. Sonuç olarak kırılma, bu alanlardaki çatlaklardan başlar.⁶³

Son zamanlarda yapılan çalışmalarla dentine bağlanma kuvveti ile bağlantı yüzey alanının ters orantılı olduğu gösterilmiştir.⁵¹ Böylece yeni test metotları geliştirilmesi ihtiyacı doğmuş ve 1994'de mikro-gerilim bağlanma dayanımı testi geliştirilmiştir.⁸⁸ Bu metotta hazırlanan örnekler daha küçük olduğundan ara yüzdeki stres dağılımı daha iyidir. Böylece geleneksel test metotlarından farklı olarak adeziv başarısızlık daha çok görülür. Mikro-gerilim testinin diğer avantajları da bölgesel bağlanma dayanımı ölçümlerine izin vermesi ve tek bir diştten çok sayıda örnek elde edilebilmesidir. Yüzey alanının çok küçük olması kopma yüzeylerinin SEM ile incelenmesini kolaylaştırır. Bu avantajlarının

yanında laboratuvar işlemlerinin zor olması ve teknik hassasiyet gerektirmesi gibi dezavantajları da vardır.^{52,63}

Mikro-gerilim testinin bir modifikasyonu mikro-makaslama testidir.⁸⁸ Bu testte, mikro-gerilim test metodu gibi küçük alanlardaki bağlanma kuvvetlerinin adeziv başarısızlıklarını ölçmede kullanılan bir yöntemdir.⁴¹ Mikro-gerilim testi için modellerin hazırlanmasında şekillendirme basamağı önemlidir. Bu işlemler sırasında oluşan vibrasyon nedeni ile vaktinden önce bağlantının başarısızlığa uğrama tehlikesi vardır. Örneklere, frezler ile kum saati şekli verilmesi bu tehlikeyi daha da arttırır.^{10,52} Minenin kırılğan bir doku olması nedeni ile özellikle mine prizmaları boyunca kolaylıkla çatlak gelişebilir. Mikro-makaslama test yönteminde ise şekillendirme basamağına gerek yoktur.⁶⁷

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Laboratuvarı ile Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yapılmıştır.

Çalışmamızda üç farklı firmaya ait adeziv sistemler ve kompozit rezinlerin birbirleri arasında değiştirilerek kullanılmasının, mine-dentin birleşimi ve dentine olan bağlanma dayanımları ile mikrosızıntı miktarına etkileri in vitro şartlarda, insan üçüncü molar dişleri kullanılarak araştırılmıştır.

Araştırmamız için oluşturduğumuz 9 grup tablo 1 de, materyallerin içerikleri tablo 2 ve 3'de gösterilmiştir.

<i>Gruplar</i>	<i>Adeziv Sistem/Kompozit Rezin</i>	<i>Üretici Firma</i>
Grup 1	iBond/Solitaire2	Heraeus Kulzer/Heraeus Kulzer
Grup 2	iBond/Clearfil Photo Posterior	Heraeus Kulzer/Kuraray
Grup 3	iBond/Tetric Ceram	Heraeus Kulzer/ Ivoclar Vivadent
Grup 4	Clearfil SE Bond/Solitaire2	Kuraray/Heraeus Kulzer
Grup 5	Clearfil SE Bond/Clearfil Photo Posterior	Kuraray/Kuraray
Grup 6	Clearfil SE Bond/Tetric Ceram	Kuraray/Ivoclar Vivadent
Grup 7	Excite/Solitaire2	Ivoclar Vivadent/Heraeus Kulzer
Grup 8	Excite/Clearfil Photo Posterior	Ivoclar Vivadent/ Kuraray
Grup 9	Excite/ Tetric Ceram	Ivoclar Vivadent/Ivoclar Vivadent

Tablo 1. Araştırmamızda kullandığımız materyaller ve oluşturduğumuz gruplar

Bağlanma Deneyi

Çalışmamızda grupların mine-dentin birleşimi ve dentine bağlanma dayanımlarını değerlendirmek için mikro-makaslama test yöntemi seçilmiştir. Bu amaçla toplam olarak 45 tane çürüksüz, restorasyonsuz ve travmatize edilmeden çekilmiş üçüncü molar dişler kullanıldı. Dişler kullanılıncaya kadar distile su içerisinde bekletildi. Bu süre boyunca distile su her hafta değiştirildi.

Diş yüzeylerinin hazırlanması

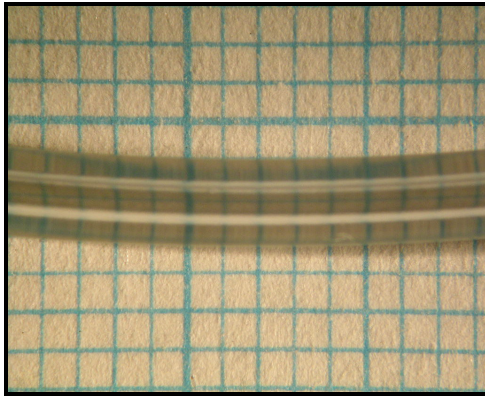
Bu testi yapmak için öncelikle dişler, kole bölgesinin altından, hazırlanan kalıplar içerisindeki otopolimerizan protez tamir akriliğine gömüldü. Bu şekilde örnekler, kesme cihazına (Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff IL, USA) (Resim 1) yerleştirildikten sonra orta koronal bölgeden okluzal yüzeye paralel olacak şekilde düşük hızda kesilerek dentinleri açığa çıkarıldı (Resim 3). Diş yüzeyinden daha fazla yararlanmak amacı ile örnekler, elde edilen horizontal yüzeyin ortasından vertikal olarak 1,5 mm derinliğinde tekrar kesildi. Son olarak tüm diş yüzeyleri homojen bir smear tabakası elde etmek amacı ile ince grenli 600 derecelik silikon karbid zımpara ile hazır hale getirildikten sonra rastgele dokuz gruba ayrıldı. Bağlantı testi için mine-dentin birleşimi ve bu sınırdan yaklaşık 2 mm uzaklıktaki dentin bölgesi seçildi.

Yüzeylere adeziv sistemler ilerde belirtilen şekilde uygulandıktan sonra kompozit rezinlerin seçilen diş bölgelerine belirli boyutlarda yerleştirilebilmesi için kalıp olarak 0,7 mm çapında ve 1 mm boyunda hazırlanan plastik tüpler (Tygon, Norton Performance Plastic Co, Cleveland, OH, USA) kullanıldı (Resim2). Bu kalıpların horizontal diş yüzeyine tam adapte olacak şekilde

yerleştirilmesine dikkat edildi. Çalışmamızda tüm kompozitlerin A2 rengi kullanılmış ve polimerizasyon işlemleri aynı ışık kaynağı ile yapılmıştır.



Resim 1. Düşük hızda dönen su soğutmalı kesme cihazı



Resim 2. Tygon plastik tp



Resim 3. Yüzeyi hazırlanmış diş ve kompozitlerin yerleştirilmiş olduğu kesit

Adeziv sistemlerin ve kompozit rezinlerin uygulanması

Grup 1 (iBond/Solitaire 2): iBond (Heraeus-Kulzer, Germany) (Resim 5) tek kullanımlık fırça ile hazırlanan diş yüzeyine üç kat uygulandı. Difüzyon ve demineralizasyon için 30 saniye beklendikten sonra hava spreyi ile düşük basınç altında kurutuldu. Bu işlemler sonucunda parlak bir yüzey elde edilmesine dikkat edildi. Polimerizasyon işleminden önce kompozit rezinlerin dişe yerleştirilmesi için kullanacağımız küçük plastik tüpler seçilen diş bölgelerine (mine-dentin sınırı ve mine-dentin sınırından yaklaşık 2 mm uzaktaki dentin bölgesi) yerleştirildi. Daha sonra adeziv rezin 500 mW/cm^2 gücündeki halojen ışık cihazı (Hilux 250, Benlioğlu, Türkiye) ile 20 saniye polimerize edildi. Böylece kalıbın diş yüzeyine yapışması sağlandı. Solitaire 2 (Heraeus-Kulzer, Germany) (Resim 4) kompozit bu kalıp içerisine dikkatli bir şekilde yerleştirildikten sonra halojen ışık kullanılarak 40 saniye polimerize edildi. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar bisturi ile kesilerek diş yüzeyinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Grup 2 (iBond/Clearfil Photo Posterior): iBond yukarıda anlattığımız şekilde uygulandıktan sonra plastik tüpler seçilen diş bölgelerine yerleştirildi. Adezivin polimerizasyonunun ardından Clearfil Photo Posterior kompozit (Kuraray, Japan) (Resim 6) bu kalıp içerisine dikkatli bir şekilde uygulandı. 20 saniye halojen ışık ile polimerize edildi. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar diş yüzeyinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Grup 3 (iBond/Tetric Ceram): iBond adeziv sistem aynı şekilde uygulandıktan sonra plastik tüpler seçilen diş bölgelerine yerleştirildi. Adezivin

polimerizasyonundan sonra Tetric Ceram kompozit (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) (Resim 8) plastik kalıp içerisine dikkatli bir şekilde uygulandı. 20 saniye halojen ışık ile polimerizasyonu sağlandı. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar diş yüzeyinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Grup 4 (Clearfil SE Bond/Solitaire 2): Clearfil SE Bond'un (Kuraray, Japan) (Resim 7) self-etching primeri, küçük süngerler kullanılarak hazırlanan diş yüzeyine uygulandı, 20 saniye bekledikten sonra hava spreyi kullanılarak kurutuldu. Primerin ardından adeziv rezin fırça ile diş yüzeyine uygulandı, hava spreyi ile düşük basınç altında tüm yüzeye homojen dağılması sağlandı. Küçük plastik tüpler seçilen diş bölgelerine yerleştirildikten sonra adezivin polimerizasyonu için 10 saniye halojen ışık uygulandı. Solitaire 2 kompozit plastik kalıplar içerisine dikkatli bir şekilde yerleştirilerek 40 saniye halojen ışık ile polimerizasyonu sağlandı. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar bisturi ile kesilerek diş yüzeylerinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Grup 5 (Clearfil SE Bond/Clearfil Photo Posterior): Clearfil SE Bond adeziv sistem yukarıda anlattığımız şekilde diş yüzeyine uygulandıktan sonra plastik tüpler yerleştirildi ve adezivin polimerizasyonu sağlandı. Clearfil Photo Posterior kompozit bu tüpler içerisine yerleştirildi. 20 saniye halojen ışık uygulanarak polimerize edildi. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar diş yüzeyinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Grup 6 (Clearfil SE Bond/Tetric Ceram): Clearfil SE Bond adeziv sisteminin aynı şekilde tüm diş yüzeyine uygulanmasının ardından plastik tüp seçilen diş bölgelerine yerleştirildi ve adezivin polimerizasyonu sağlandı. Daha

sonra Tetric Cream kompozit bu tüpler içerisine yerleştirilerek polimerize edildi. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar bisturi ile kesilerek diş yüzeyinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Grup 7 (Excite/Solitaire 2): Diş yüzeyi 15 saniye süre ile %37'lik fosforik asit kullanılarak pürüzlendirildi. Ardından yüzey su spreyi ile 5 saniye yıkandı ve suyun fazlası hava spreyi ile yüzey nemli kalacak şekilde uzaklaştırıldı. Excite adeziv rezin (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) (Resim 9) tek kullanımlık fırçası ile 10 saniye boyunca uygulandı. Hava spreyi ile tüm yüzeye homojen dağılması sağlandı. Küçük plastik tüpler seçilen diş bölgelerine yerleştirildikten sonra halojen ışık cihazı ile 20 saniye adezivin polimerizasyonu sağlandı. Solitaire 2 kompozit plastik kalıplar içerisine yerleştirilerek polimerize edildi. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar diş yüzeyinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Grup 8 (Excite/Clearfil Photo Posterior): Adeziv sistemin yukarıda anlattığımız şekilde uygulanmasından sonra küçük plastik tüpler seçilen diş bölgelerine yerleştirildi ve adezivin polimerizasyonu sağlandı. Clearfil Photo Posterior kompozit plastik kalıplar içerisine yerleştirildi ve 20 saniye halojen ışık uygulanarak polimerize edildi. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar bisturi ile kesilerek diş yüzeyinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Grup 9 (Excite / Tetric Ceram): Adeziv sistemin uygulanmasından sonra hazırlanan plastik tüpler diş yüzeyine yerleştirilip 20 saniye halojen ışıkla polimerize edildi. Tetric Ceram kompozit küçük kalıplar içerisine yerleştirildikten

sonra polimerizasyonu sağlandı. Modeller oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra kalıplar diş yzeyinden ve kompozitten uzaklaştırıldı.

Modeller hazırlandıktan sonra dişler, 24 saat boyunca 37°C'deki distile suda bekletildi.

Sonuç olarak seğtiğimiz diş bđlgelerine uygulanmış (mine-dentin bileşimi ve sınırdan yaklaşık 2 mm uzaklıktaki dentin) 0,7 mm çapında ve 1 mm yzsekliğinde kompozit rezin silindirler oluşturuldu. Toplam olarak 9 grubun her biri için 10 tane dentin ve 10 tane mine-dentin birleşimi bđlgelerinde olmak zere 180 tane silindirik rnek hazırlanmış oldu. Bir diş yzeyine en az 3 silindirik rezin kompozit yerleştirildi. Mikro-makaslama testi için modeller tekrar kesme cihazına yerleştirilerek dzyzık hızda 1 mm kalınlığında kompozit rezin silindirli dilimler elde edildi.

<i>Kompozit Materyaller (Üretici Firma)</i>	<i>İçerikleri</i>	<i>Lot No</i>
<i>Solitaire 2</i> <i>(Heraeus Kulzer, Germany)</i>	Bifonksiyonel ve tetrafonksiyonel monomerler Ba Al F silikat cam Gözenekli silisyumdioksit	030232
<i>Clearfil Photo Posterior</i> <i>(Kuraray, Japan)</i>	Bisfenol A diglisidilmetakrilat Trietilenglikol dimetakrilat Urethan tetrametakrilat Silanlanmış silika Silanlanmış baryum glass Silanlanmış koloidal silika	16013B
<i>Tetric Ceram</i> <i>(Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)</i>	Bisfenol A diglisidilmetakrilat Ürethan dimetakrilat Trietilenglikol dimetakrilat Baryum cam Yttriyum triflorid Ba-Al-florosilikat cam Silikon dioksit	GO8458

Tablo 2: Çalışma için seçilen kompozit materyaller ve içerikleri

Adeziv Sistemler (Üretici Firma)	İçerikleri	Lot No
<i>İBond™ Gluma Inside</i> <i>(Heraeus Kulzer, Germany)</i>	4-metakriloksietiltrimellitik asid(4-META) Urethandimetakrilat(UDMA) Glutaraldehit Aseton/water	010073
<i>Clearfil™ SE Bond</i> <i>(Kuraray, Japan)</i>	<i>Primer</i> 10-Metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat (MDP) 2-Hidroksietil metakrilat(HEMA) Hidrofilik dimetakrilat dl-Kamforokinon N,N-Dietanol-p-toluidin Su <i>Bond</i> MDP Bisfenol A diglisidilmetakrilat(Bis-GMA) HEMA Hidrofobik dimetakrilat dl- Kamforokinon N,N-Dietanol-p-toluidin Silanlanmış koloidal silika	41350
<i>Excite</i> <i>Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)</i>	%37 Fosforik asit <i>Bond</i> HEMA Dimetakrilat Phosphonic asid akrilat Silikon dioksit Başlatıcılar Stabilizer	F63502

Tablo 3: Çalışma için seçilen adeziv sistemler ve içerikleri



Resim 4: Solitaire 2



Resim 5: i Bond



Resim 6: Clearfil Photo Posterior



Resim 7: Clearfil SE Bond



Resim 8. Tetric Ceram



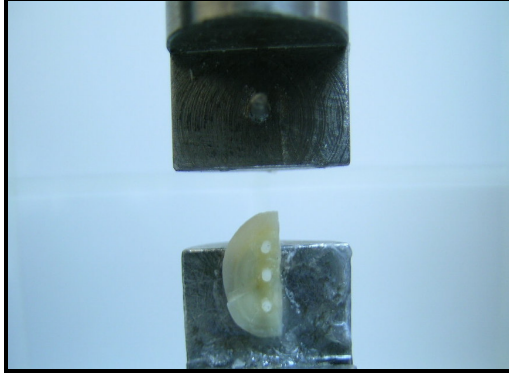
Resim 9. Excite

Mikro-makaslama bağlanma dayanımı testi

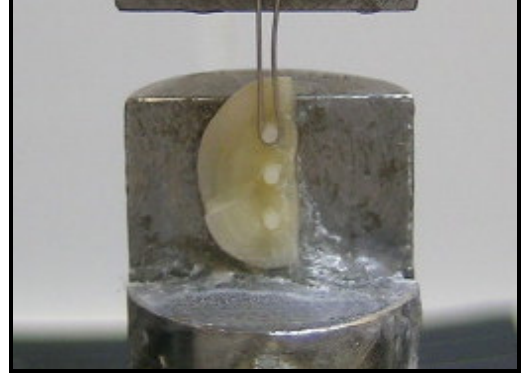
Hazırlanan örnekler mikroskop altında kontrol edildikten sonra siyano akrilat yapıştırıcı (Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, USA) ile mikro-makaslama test apareyine yapıştırılarak üniversal test cihazına (LF Plus, LLOYD, Instrument, Ametek Inc, England) yerleştirildi (Resim 11). 0,2 mm kalınlığında ince bir tel kompozit silindirin ve yük ünitesinin yarısını saracak şekilde yerleştirilerek ilmik halkası oluşturuldu (Resim 12). Telin bağlantı yüzeyine bitişik olmasına ve ara yüzün, telin ve yük merkezinin aynı hizada olmasına dikkat edildi. Makaslama kuvveti 1 mm/dak hızla uygulandı. Kopma meydana gelinceye kadar devam edildi ve kopmanın olduğu değer makaslama bağlanma dayanımı olarak Mpa çevrilerek kaydedildi.



Resim 10. Üniversal test makinası



Resim 11. Örneğin test apareyine yerleştirilmiş hali



Resim 12. Telin yerleştirilmesi

Kırılma Tipi Değerlendirilmesi

Mikro makaslama testi uygulanan her bir örneğin kırılma yüzeyleri stereomikroskopta (SMZ 800, Nikon, Tokyo, Japonya) (Resim 13) 30x büyütmede incelendi. Kırılma tipleri, adeziv içinde olmuşsa ‘adeziv kırılma’, dış dokusunda ya da kompozitte olmuşsa ‘kohesiv kırılma’, hem dış dokusunu ve adezivi ya da hem kompoziti ve adezivi kapsarsa ‘mix kırılma’ olarak kabul edilip değerlendirildi.

Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Analizi

Mikro-makaslama bağlanma dayanımı testinde, kopan örneklerin kopma yüzeylerinde meydana gelen mikroskobik değişiklikleri araştırmak amacı ile her gruptan 1'er adet örnek Taramalı Elektron Mikroskopunda (Leo-440, Chambridge, England) incelendi. Bunun için örnekler çift taraflı karbon kağıdı ile numune tutucuya yapıştırıldı. İletkenliği sağlamak için örneklerin yüzeyleri sputter coater cihazı kullanılarak altın film (90-135°A) ile kaplandı. SEM incelemeleri X500 ile 1000 büyütmede gerçekleştirildi.

Mikrosızıntı Deneyi

Çalışmanın bu bölümünde seçtiğimiz adeziv sistemlerin ve kompozit rezinlerin birbirleri arasında değiştirilerek kullanılmasının, mikrosızıntı oluşumu üzerine etkisi boya penetrasyon tekniği kullanılarak incelenmiştir. Bu amaçla; çürüksüz, restorasyonsuz ve travmatize edilmeden çekilmiş üçüncü molar dişler kullanılmıştır. Üzerlerindeki debris ve yumuşak doku artıkları uzaklaştırıldıktan sonra, pomza ve profilaksi lastiği kullanılarak temizlenen dişler, minelerinde çatlak oluşumu ihtimaline karşı mikroskop altında incelendi. Kaviteler hazırlanıncaya kadar dişler distile su içerisinde bekletildi ve bu süre boyunca distile su her hafta değiştirildi.

Toplam 63 adet diş kole bölgesinin yaklaşık 2 mm altından, hazırlanan kalıplar içindeki otopolimerizan protez tamir akriliğine gömüldü. Aeretöre takılan elmas frez ile su soğutma altında dişlerin mezyal ve distal yüzeylerine standart II. sınıf kaviteler açıldı. Proksimal kutunun kenarları mine-sement bileşiminin 1 mm altında oluşturuldu. Boyutları; kavite yüzey kenarından aksiyal duvar arasındaki mesafe 2 mm ve bukko-lingual yönde 2 mm hazırlandı. Kaviteler açıldıktan sonra dişler rasgele dokuz gruba ayrıldı. Çalışma için seçilen adeziv sistemler ve kompozit materyaller tablo 2 ve 3'de görülmektedir.

Grup 1 (iBond/Solitaire 2): iBond tek kullanımlık fırça ile tüm kavite yüzeyine üç kat uygulandı. Difüzyon ve demineralizasyon için 30 saniye beklenerek hava spreyi ile düşük basınç altında kurutuldu. Parlak bir yüzey elde edildikten sonra 500 mW/cm^2 gücündeki halojen ışık cihazı (Hilux 250, Benlioğlu, Türkiye) ile 20 saniye polimerize edildi. Ardından Solitaire 2 posterior

kompozit kavitelere 2 mm'lik kalınlıklarda, yere paralel yönde tabakalama tekniği ile yerleştirildi. Her tabaka 40 saniye halojen ışık uygulanarak polimerize edildi.

Grup 2 (iBond/Clearfil Photo Posterior): iBond yukarıda anlattığımız gibi tüm kavite yüzeyine uygulandı. Polimerize edildikten sonra Clearfil Photo Posterior kompozit, kavitelere 2 mm'lik kalınlıklarda, yere paralel yönde tabakalama tekniği ile yerleştirildi. Her tabaka 20 saniye halojen ışık uygulanarak polimerize edildi.

Grup 3 (iBond/Tetric Ceram): iBond'un uygulanması ve polimerizasyonunun ardından Tetric Ceram kompozit 2 mm'lik tabakalar halinde aynı yöntem ile kavitelere yerleştirildi. Her tabaka 20 saniye halojen ışık uygulanarak polimerize edildi.

Grup 4 (Clearfil SE Bond/Solitaire 2): Clearfil SE Bond'un primeri, küçük süngerler kullanılarak tüm kavite yüzeyine uygulandı, 20 saniye beklendi, ardından kurutuldu. Daha sonra üzerine adeziv rezin fırça ile uygulandı. Düşük basınc altında hava spreyi ile adezivin tüm yzeje homojen dağılması sağlandı. Halojen ışık ile 10 saniye polimerize edildi. Solitaire 2 kompozit kavitelere 2 mm'lik kalınlıklarda, yere paralel yönde tabakalama tekniği ile yerleştirilerek polimerize edildi.

Grup 5 (Clearfil SE Bond/Clearfil Photo Posterior): Clearfil SE Bond adeziv sisteminin tüm kavite yüzeylerine uygulanıp polimerizasyonu sağlandıktan sonra Clearfil Photo Posterior kompozit kavitelere daha önce anlatıldığı gibi yerleştirilerek polimerize edildi.

Grup 6 (Clearfil SE Bond/Tetric Ceram): Clearfil SE Bond adeziv sistemin tüm kavite yüzeylerine uygulanıp polimerizasyonu sağlandıktan sonra Tetric Ceram kompozit 2 mm'lik tabakalar halinde aynı yöntem ile kaviteye yerleştirilerek polimerize edildi.

Grup 7 (Excite/Solitaire 2): Kavitenin mine yüzeylerine 30 saniye, dentin yüzeylerine ise 15 saniye süre ile %37'lik fosforik asit uygulandı. Ardından yüzey 5 saniye boyunca su ile yıkandı. Suyun fazlası hava spreyi ile yüzey nemli kalacak şekilde uzaklaştırıldı. Excite adeziv rezin fırça ile tüm kavite yüzeylerine uygulandı, 10 saniye beklendi. Düşük basınç altında 1-3 saniye hava spreyi ile tüm yüzeye homojen dağılması sağlandıktan sonra 20 saniye halojen ışık uygulanarak polimerize edildi. Ardından Solitaire 2 kompozit kaviteye yerleştirilerek polimerizasyonu sağlandı.

Grup 8 (Excite/Clearfil Photo Posterior): Excite adeziv sistem kaviteye uygulanıp polimerize edildikten sonra Clearfil Photo Posterior kompozit 2 mm'lik tabakalar halinde aynı yöntem ile kavitelere yerleştirildi. Her tabaka 20 saniye halojen ışık uygulanarak polimerize edildi.

Grup 9 (Excite/Tetric Ceram): Excite adeziv sistem kaviteye uygulanıp polimerize edildikten sonra Tetric Ceram kompozit 2 mm'lik tabakalar halinde aynı yöntem ile kavitelere yerleştirilerek polimerizasyonu sağlandı.

Son olarak polisaj yapılarak (Astropol, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) restorasyon işlemleri bitirildi.

Restorasyonu tamamlanmış dişlere, 37°C'lik suda 24 saat bekletildikten sonra termal siklus cihazında (Nova, Türkiye) 1000 kez, 5±2 °C ile 55±2 °C

dereceleri arasında, her bir su banyosunda 30 saniye bekleyecek şekilde termal siklus uygulandı (Resim 14). Ardından diş yüzeyleri restorasyon kenarından 1 mm uzakta kalacak şekilde iki kat tırnak cilası ile kaplandı. Dişlerin apeksleri ise otopolimerizan tamir akriliği ile kapatıldı. Bu işlemlerden sonra örnekler %0,5'lik bazik fuksin solüsyonu içinde 37°C 'de 24 saat bekletildi. Su ile temizlenen dişler mezyo-distal doğrultuda orta hat boyunca düşük devirde su soğutmalı elmas separe ile ikiye ayrıldı. Kesit yüzeyleri 40x büyütmede stereomikroskopta incelendi. Boya penetrasyon dereceleri, okluzal ve gingival bölge için tablo 4'de gösterilen kriterleri içeren skorlara göre kaydedildi.

<i>Okluzal bölgede:</i>	<i>Gingival bölgede:</i>
0. Sızıntı yok	0. Sızıntı yok
1. Mine yarısı ile sınırlanmış sızıntı	1. Kavite derinliğinin 1/3'ünde olan sızıntı
2. Minenin yarısını geçmiş dentine ulaşmamış sızıntı	2. Kavite derinliğinin 2/3'ünde olan sızıntı
3. Dentine ulaşmış sızıntı	3. Kavite derinliğinin 2/3'ünden fazla veya tamamında boya sızıntısı
4. Mine, dentin ve pulpaya doğru sızıntı	4. Aksiyal duvarda ve pulpaya doğru sızıntı

Tablo 4: Boya penetrasyon derecesi için kullanılan skorlar.



Resim 13. Stereomikroskop



Resim 14. Termal siklus cihazı

İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamıza ait verilerin değerlendirilmesinde, Kruskal-Wallis Testi, Varyans Analizi, Tukey Testi ve İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi kullanılmıştır. Verilerimiz tablolarda \pm standart sapma şeklinde belirtilmiş olup, yanılma düzeyi $0,05(\alpha=0,05)$ olarak alınmıştır. Adeziv, koheziv, mix kopma tipleri yüzdelerle oranlarla sunulmuştur.

BULGULAR

MİKRO-MAKASLAMA TESTİ BULGULARI

iBond/Solitaire 2 (Grup 1), iBond/Clearfil Photo Posterior (Grup 2) ve iBond/Tetric Ceram (Grup 3) gruplarının, mine-dentin birleşimine olan bağlanma dayanımlarının karşılaştırılmasına ait bulgular.

Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo5).

iBond/Solitaire 2, iBond/Clearfil Photo Posterior ve iBond/Tetric Ceram gruplarının, dentine olan bağlanma dayanımlarının karşılaştırılmasına ait bulgular.

Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 5).

Mine-Dentin Birleşimi					Dentin		
Gruplar	n	Min (MPa)	Max (MPa)	Ort±SS (MPa)	Min (MPa)	Max (MPa)	Ort±SS (MPa)
Grup 1	10	22,72	33,71	26,98±3,83	23,27	36,37	30,44±4,03
Grup 2	10	17,62	36,99	25,44±7,57	26,62	37,63	32,20±3,76
Grup 3	10	19,38	36,54	26,80±5,77	17,32	36,84	28,37±6,27
KW=1,27, P=0,368, P>0,05					KW=2,00, P=0,368, P>0,05		

Tablo 5. iBond/Solitaire 2, iBond/Clearfil Photo Posterior ve iBond/Tetric Ceram

gruplarının mikro-makaslama bağlanma dayanım testlerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.

SE Bond/Solitaire 2 (Grup 4), SE Bond/Clearfil Photo Posterior (Grup 5) ve SE Bond/Tetric Ceram (Grup 6) gruplarının, mine-dentin birleşimine olan bağlanma dayanımlarının karşılaştırılmasına ait bulgular.

Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 6).

SE Bond/Solitaire 2, SE Bond/Clearfil Photo Posterior ve SE Bond/Tetric Ceram gruplarının, dentine olan bağlanma dayanımlarının karşılaştırılmasına ait bulgular.

Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 6).

Mine-Dentin Birleşimi					Dentin		
Gruplar	n	Min (MPa)	Max (MPa)	Ort±SS (MPa)	Min (MPa)	Max (MPa)	Ort±SS (MPa)
Grup 4	10	19,93	42,96	30,58±6,38	25,58	41,51	33,99±5,42
Grup 5	10	26,78	41,61	33,42±4,94	34,36	48,25	38,17±4,30
Grup 6	10	20,13	34,05	28,19±4,47	20,61	41,00	31,26±7,15
KW=3,73, P=0,135, P>0,03					KW=4,49, P=0,106, P>0,05		

Tablo 6. SE Bond/Solitaire 2, SE Bond/Clearfil Photo Posterior ve SE Bond/Tetric Ceram gruplarının mikro-makaslama bağlanma dayanım testlerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri

Excite/Solitaire 2 (Grup 7), Excite/Clearfil Photo Posterior (Grup 8) ve Excite/Tetric Ceram (Grup 9) gruplarının, mine-dentin birleşimine olan bağlanma dayanımlarının karşılaştırılmasına ait bulgular.

Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 7).

Excite/Solitaire 2, Excite/Clearfil Photo Posterior ve Excite/Tetric Ceram gruplarının, dentine olan bağlanma dayanımlarının karşılaştırılmasına ait bulgular.

Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 7).

Gruplar	Mine-Dentin Birleşimi				Dentin		
	n	Min (MPa)	Max (MPa)	Ort±SS (MPa)	Min (MPa)	Max (MPa)	Ort±SS (MPa)
Grup 7	10	22,60	35,13	30,62±6,22	19,98	36,85	26,11±5,84
Grup 8	10	17,53	35,06	27,29±6,30	23,17	34,20	27,39±3,45
Grup 9	10	19,49	42,03	29,87±9,18	19,06	37,18	25,89±5,94
KW=1,28, P=0,257, P>0,05					KW=1,28, P=0,257, P>0,05		

Tablo 7. Excite/Solitaire 2, Excite/Clearfil Photo Posterior ve Excite/Tetric Ceram gruplarının mikro-makaslama bağlanma dayanım testlerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri

iBond'un mine-dentin birleşimine ve dentine olan bağlanma dayanımı değerlerinin karşılaştırılmasına ait bulgular

iBond'un dentine olan bağlanma dayanımı mine-dentin birleşimine göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 8).

SE Bond'un mine-dentin birleşimine ve dentine olan bağlanma dayanımı değerlerinin karşılaştırılmasına ait bulgular

SE Bond'un dentine olan bağlanma dayanımı mine-dentin birleşimine göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 8).

Excite'in mine-dentin birleşimine ve dentine olan bağlanma dayanımı değerlerinin karşılaştırılmasına ait bulgular

Excite'in mine-dentin birleşimine olan bağlanma dayanımı dentine göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 8).

iBond, SE Bond ve Excite adeziv sistemlerinin mine-dentin birleşiminde ki bağlanma dayanımı değerlerinin karşılaştırılmasına ait bulgular

Veriler değerlendirildiğinde SE Bond'un, iBond'a göre önemli derecede daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği saptanmıştır ($p<0,05$). iBond ile Excite ve SE Bond ile Excite arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 8).

iBond, SE Bond ve Excite adeziv sistemlerinin dentine olan bağlanma dayanımı değerlerinin karşılaştırılmasına ait bulgular

Üç adeziv sistemin değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklılık önemli bulunmuştur. Dentinde bağlanma dayanımı yönünden en iyi sonucu SE Bond vermiştir ($p<0,05$) (Tablo 8).

		Mine-Dentin Birleşimi		Dentin		
Gruplar	n	Ortalama (MPa)	Standart Sapma (MPa)	Ortalama (MPa)	Standart Sapma (MPa)	Sonuç
i Bond	30	26,40	5,76	30,34	4,91	t=3,55 P=0,001 P <0,05
Clearfil SE Bond	30	30,73	5,58	34,47	6,25	t=2,71 P=0,011 P <0,05
Excite	30	29,26	7,21	26,46	5,07	t=2,29 P=0,029 P <0,05
		F=3,74, P=0,028 P <0,05		F=16,22, P=0,000 P <0,05		

Tablo 8. iBond, SE Bond ve Excite'nin mikro-makaslama bağlanma dayanım testlerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.

Adeziv sistemler(iBond, Clearfil SE Bond, Excite) ve kompozit rezinler (Solitaire 2, Clearfil Photo Posterior, Tetric Ceram) birbirleri arasında değiştirilerek kullanıldığında elde edilen dokuz grubun bağlanma dayanımı verilerinin karşılaştırılmasına ait bulgular

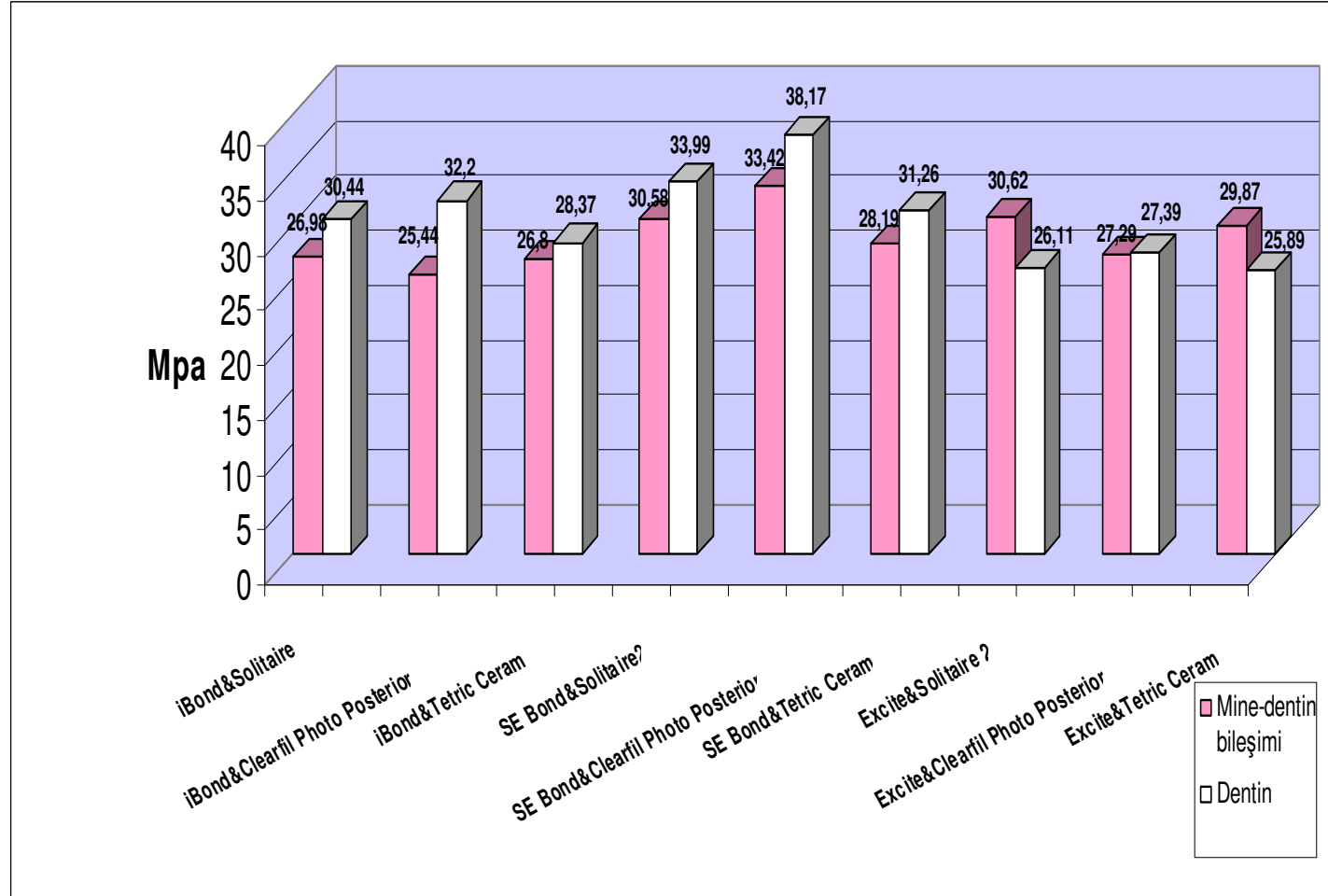
Gruplara ait değerler karşılaştırıldığında, mine-dentin sınırında bağlanma yönünden önemli bir farklılık bulunmamıştır. Dentine olan bağlanma değerleri karşılaştırıldığında SE Bond/Solitaire 2, Excite/Solitaire 2 ve Excite/Tetric Ceram'a göre istatistiksel olarak daha yüksek bağlanma dayanımı gösterirken, SE Bond/Clearfil Photo Posterior ise, Excite/Solitaire 2, Excite/Tetric Ceram, Excite

/Clearfil Photo Posterior ve iBond/Solitaire 2 gruplarına göre daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir ($p<0,05$) (Tablo 9).

		Mine-Dentin Birleşimi		Dentin	
Gruplar	n	Ortalama (MPa)	Standart Sapma (MPa)	Ortalama (MPa)	Standart Sapma (MPa)
i Bond/ Solitaire 2	10	26,98	3,83	30,44	4,03
i Bond/ Clearfil Photo Posterior	10	25,44	7,57	32,20	3,76
i Bond/ Tetric Ceram	10	26,80	5,77	28,87	6,27
Clearfil SE Bond/ Solitaire 2	10	30,58	6,38	33,99	5,42
Clearfil SE Bond/ Clearfil Photo Posterior	10	33,42	4,94	38,17	4,30
Clearfil SE Bond/ Tetric Ceram	10	28,19	4,47	31,26	7,15
Excite/ Solitaire 2	10	30,62	6,22	26,11	5,84
Excite/ Clearfil Photo Posterior	10	27,29	6,30	27,39	3,45
Excite/ Tetric Ceram	10	29,87	9,08	25,89	5,94
		F=1,60, P=0,135, P>0,05		F=5,80, P=0,000, P<0,05	

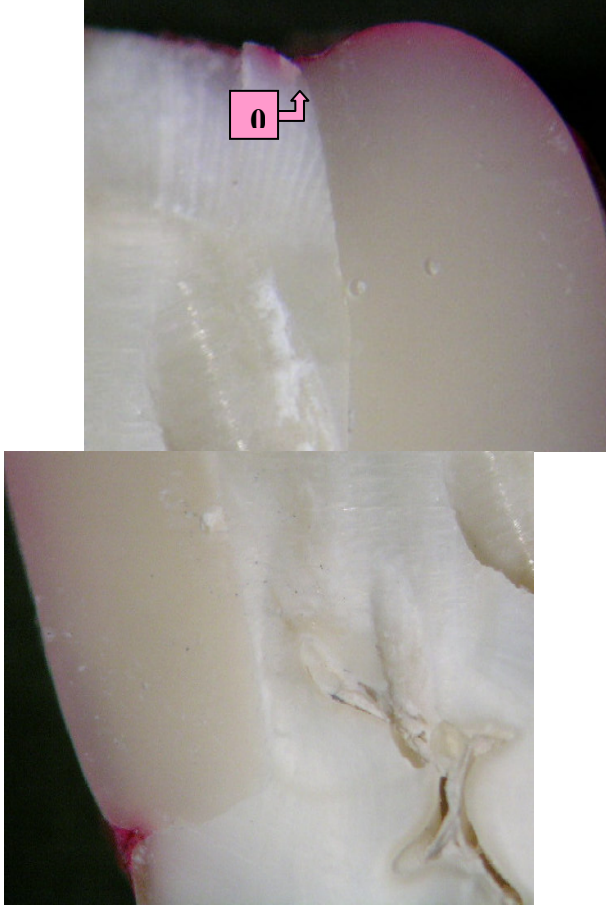
Tablo 9. Grupların mikro-makaslama bağlanma dayanım testlerine ait bulgular

	GRUPLAR		Adeziv	Koheziv	Mix
			%	%	%
MİNE-DENTİN BİRLEŞİMİ	iBond/Solitaire2		55		45
	iBond/Clearfil Photo Posterior		50		50
	iBond/TetricCeram		60		40
	Clearfil SE Bond/Solitaire2		80		20
	Clearfil SE Bond/Clearfil Photo Posterior		50		50
	Clearfil SE Bond/TetricCeram		60		40
	Excite/Solitaire2		53	6	41
	Excite/Clearfil Photo Posterior		50		50
	Excite/TetricCeram		50	14	36
	TOPLAM	iBond		55	
Clearfil SE Bond		63		37	
Excite		51	7	42	
DENTİN	iBond/Solitaire2		56	6	38
	iBond/Clearfil Photo Posterior		71		29
	iBond/TetricCeram		54		46
	Clearfil SE Bond/Solitaire2		65		35
	Clearfil SE Bond/Clearfil Photo Posterior		44	19	37
	Clearfil SE Bond/TetricCeram		60	10	30
	Excite/Solitaire2		80		20
	Excite/Clearfil Photo Posterior		85		15
	Excite/TetricCeram		47	33	20
	TOPLAM	iBond		61	2
Clearfil SE Bond		54	9	37	
Excite		77		23	



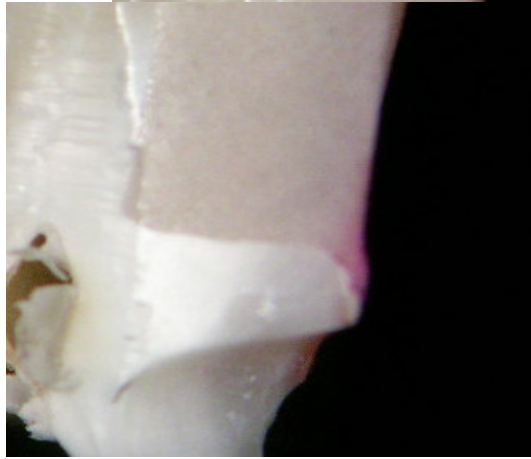
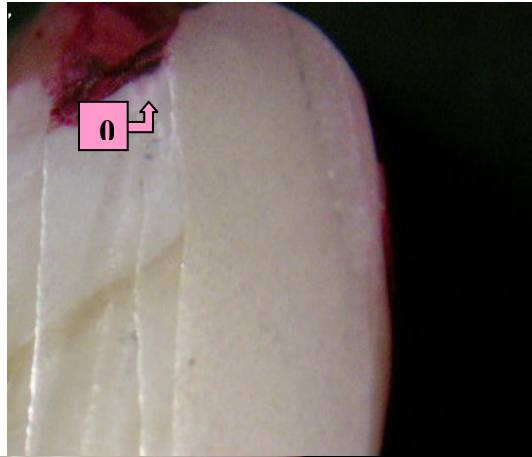
Grafik 1. Mine-dentin birleşiminde ve dentinde gruplara ait bağlanma dayanımı değerleri

GRUPLARA AİT MİKROSİZINTI GÖRÜNTÜLERİ



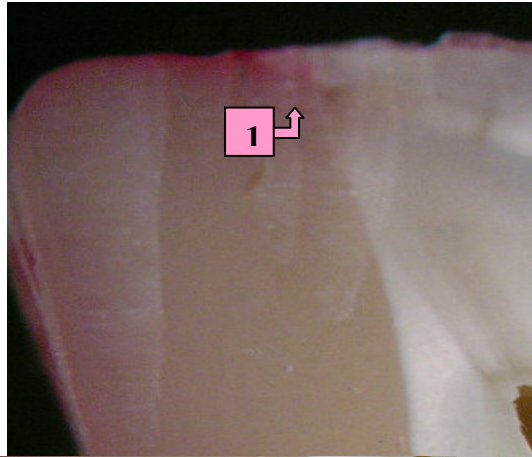
Resim15. iBond/Solitaire2

Resim16 . iBond/Solitaire2



**Resim 17. iBond/Clearfil Photo Posterior
Posterior**

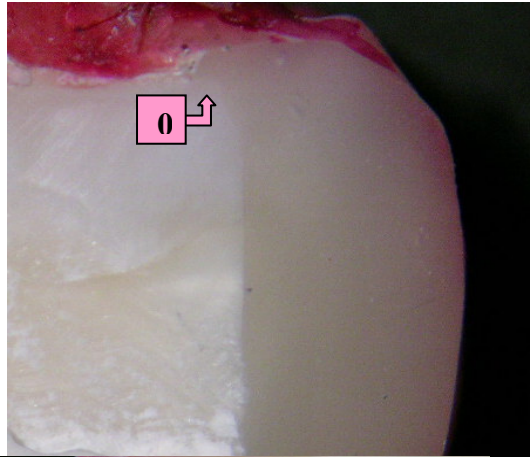
Resim 18. iBond/Clearfil Photo



Resim 19. iBond/Tetric Ceram



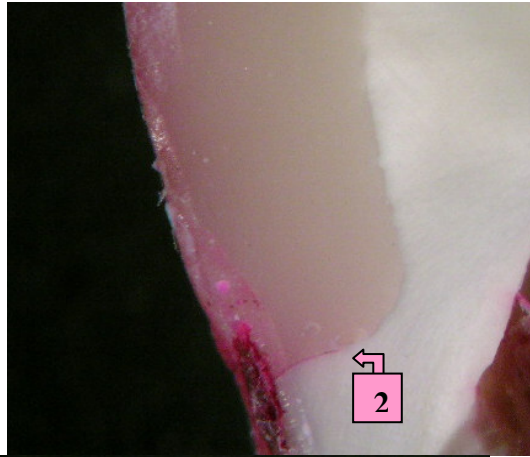
Resim 20. iBond/Tetric Ceram



Resim 21. SE Bond/Solitaire2

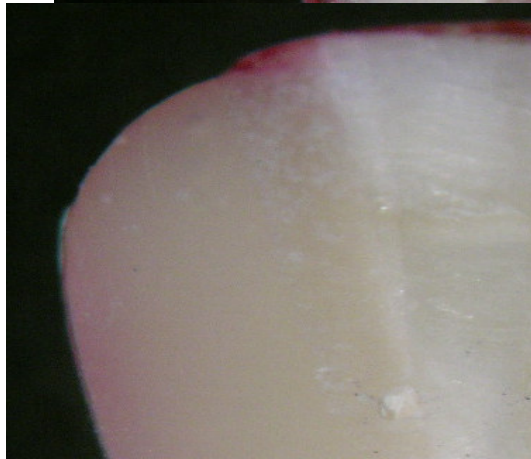


Resim 22. SE Bond/Solitaire2



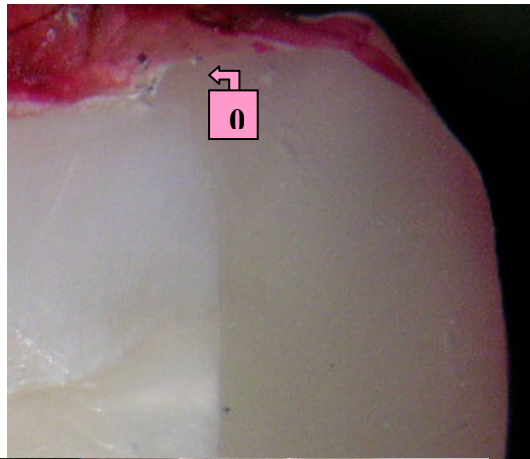
1

2



Resim 23. SE Bond/Clearfil Photo Posterior Posterior

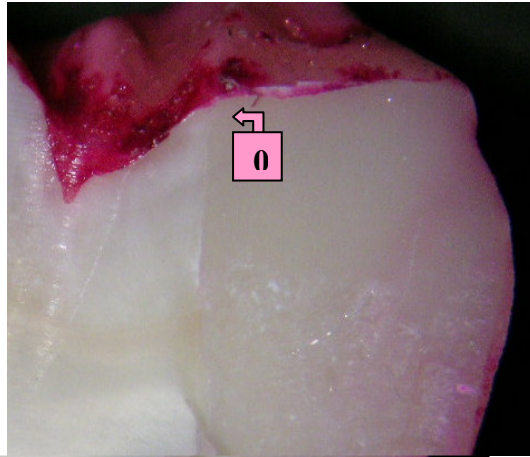
Resim 24. SE Bond/Clearfil Photo



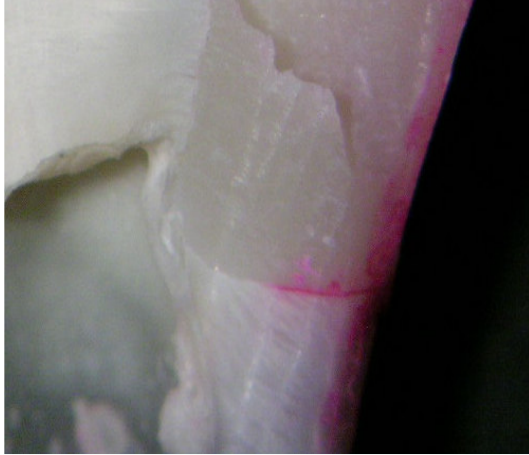
Resim 25. SE Bond/Tetric Ceram



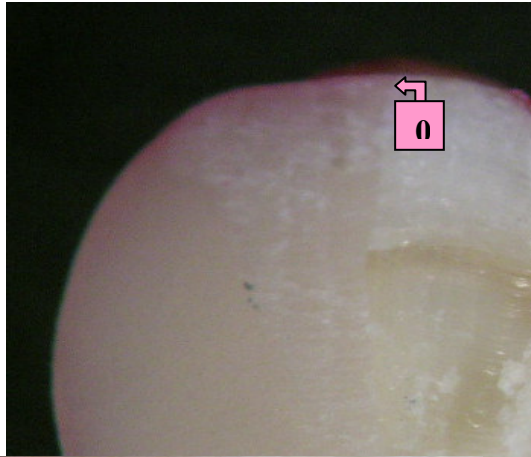
Resim 26. SE Bond/Tetric Ceram



Resim 27. Excite/Solitaire2



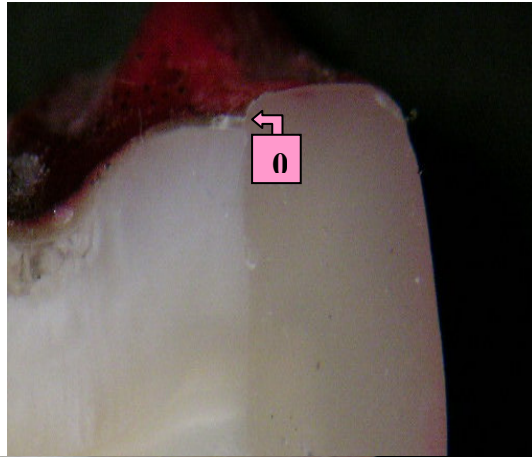
Resim 28 Excite/Solitaire2



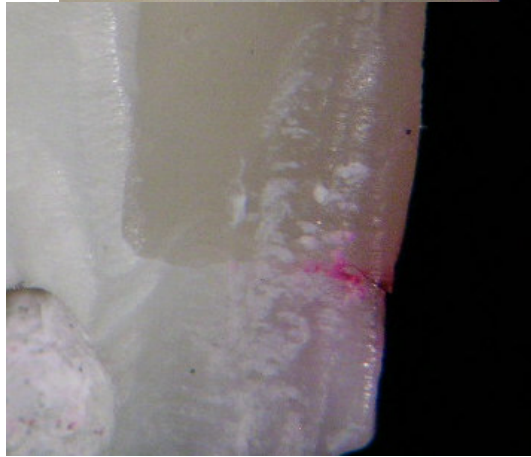
**Resim 29. Excite/Clearfil Photo Posterior
Posterior**



Resim 30. Excite/Clearfil Photo

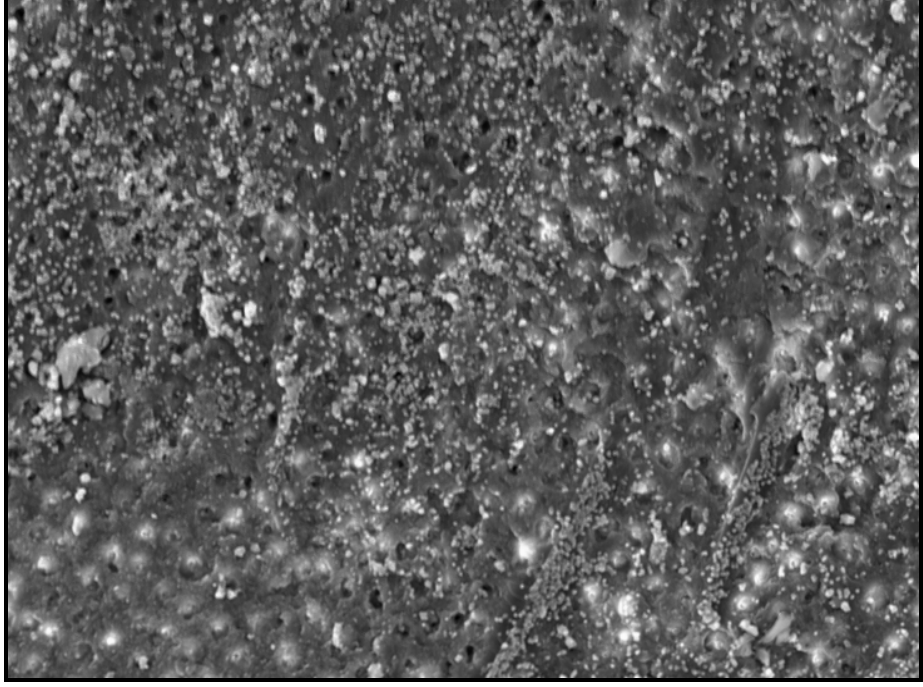


Resim 31. Excite/Tetric Ceram

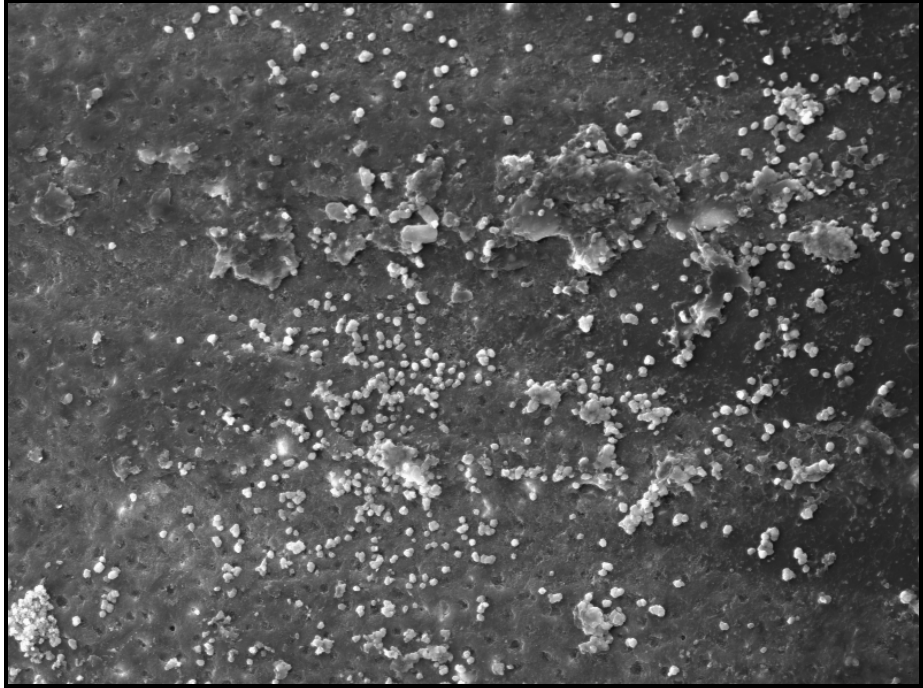


Resim 32. Excite/Tetric Ceram

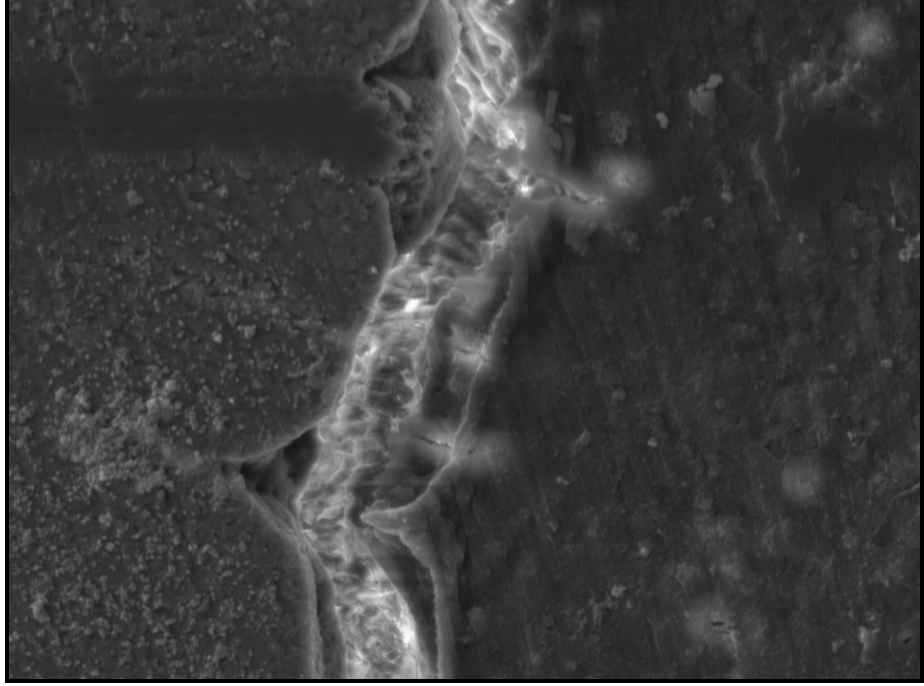
SEM GÖRÜNTÜLERİ



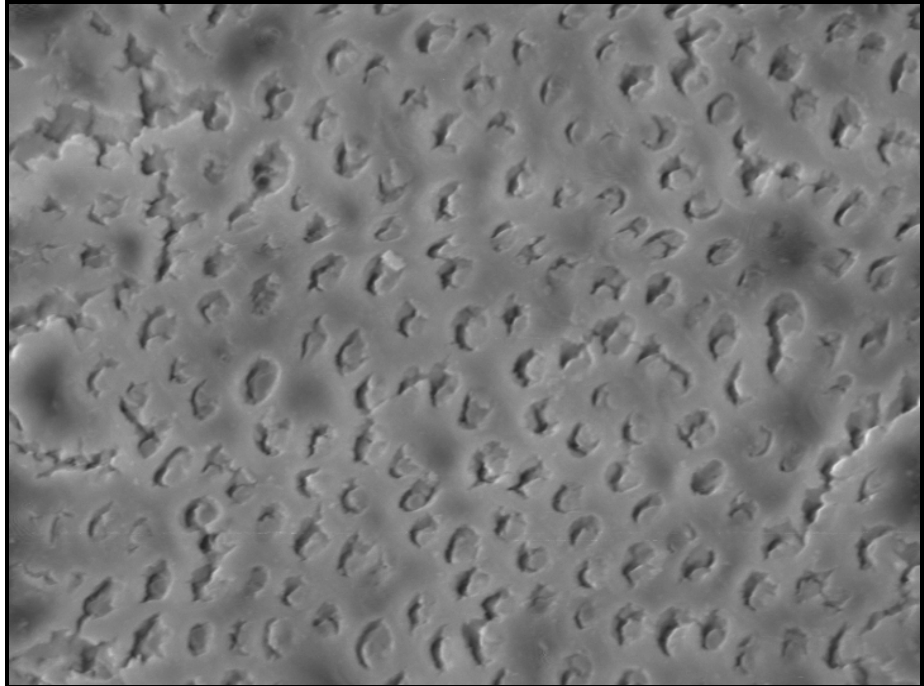
Resim 33. iBond/Solitaire 2, dentinde mix kırılma



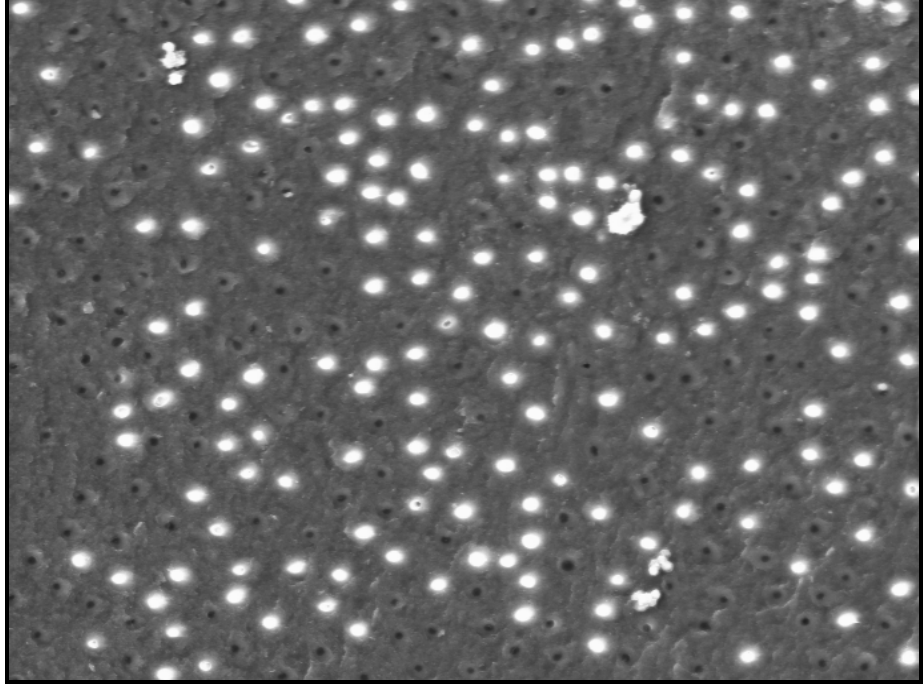
Resim 34. iBond/Clearfil Photo Posterior, dentinde mix kırılma



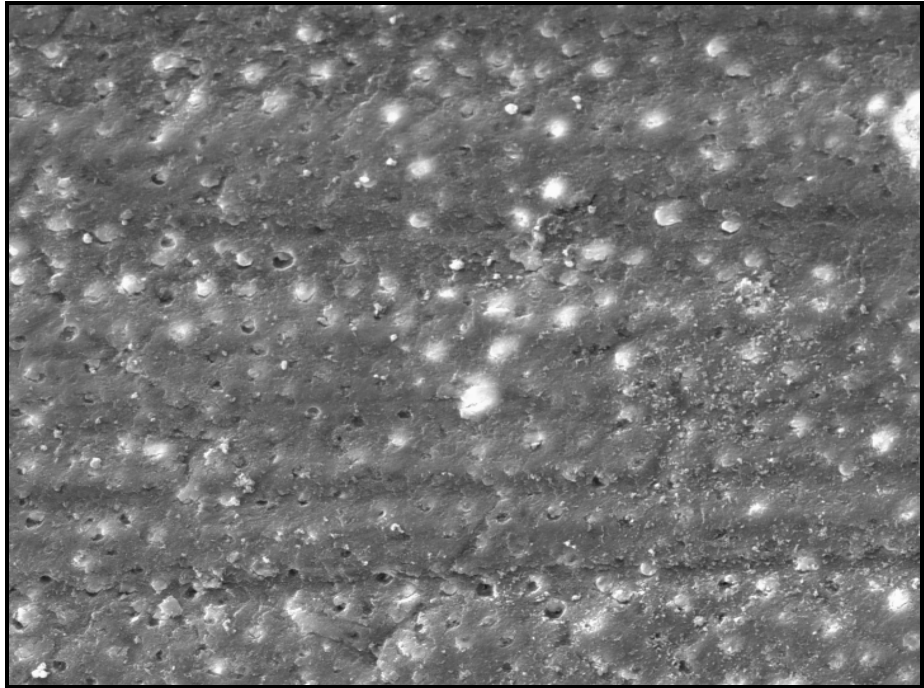
Resim 15. iBond/TetricCeram, mine-dentin birleşimi mix kırılma



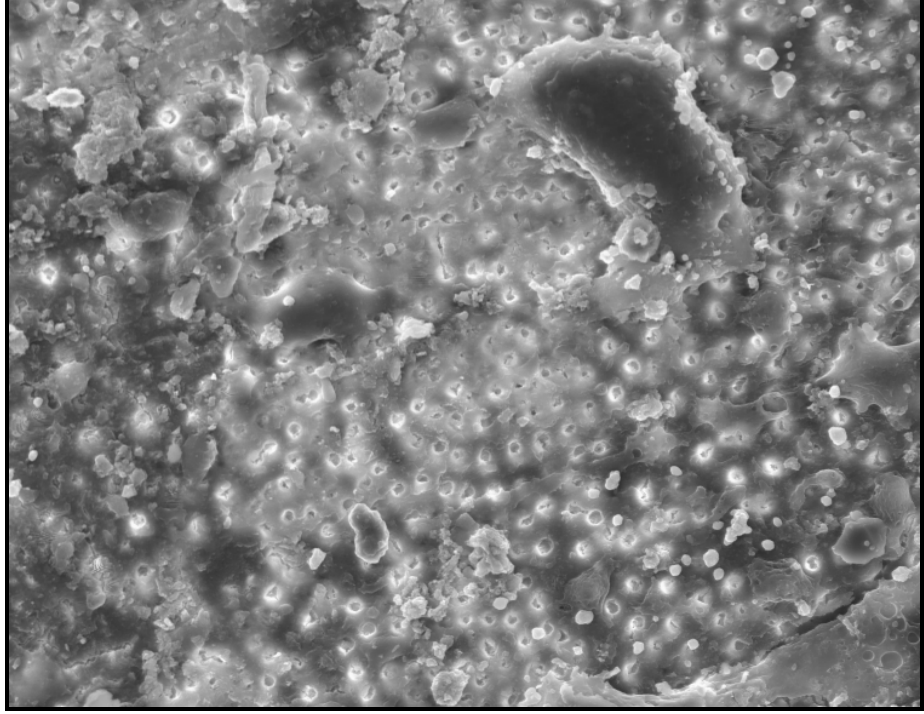
Resim 36. iBond/TetricCeram adeziv kırılma



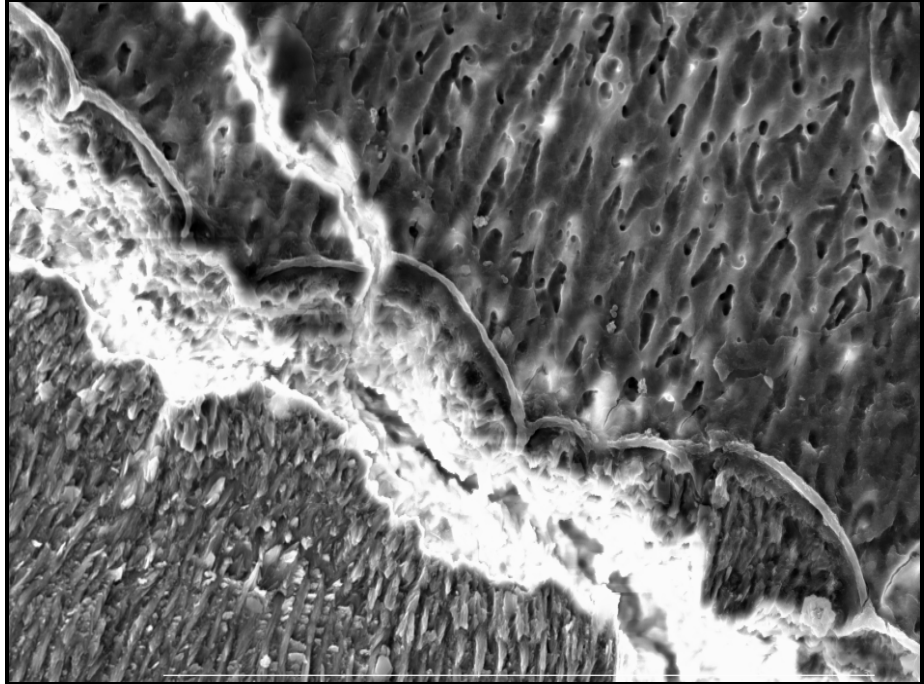
Resim 37. Clearfil SE Bond/Solitaire 2, dentinde adeziv kırılma



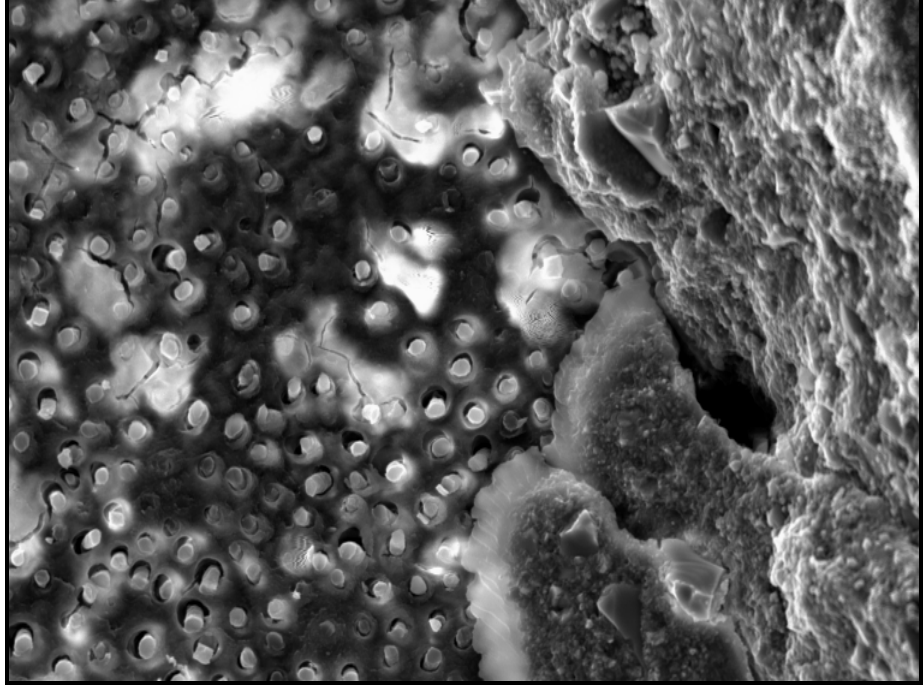
Resim 38. Clearfil SE Bond/Clearfil Photo Posterior, dentinde adeziv kırılma



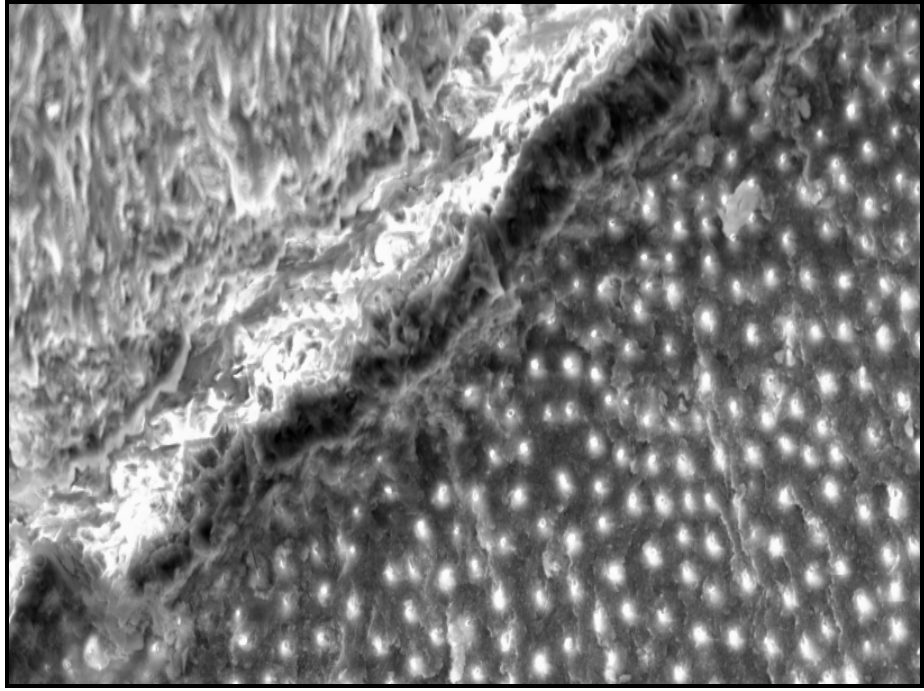
Resim 39 Clearfil SE Bond/Tetric Ceram, dentinde mix kırılma



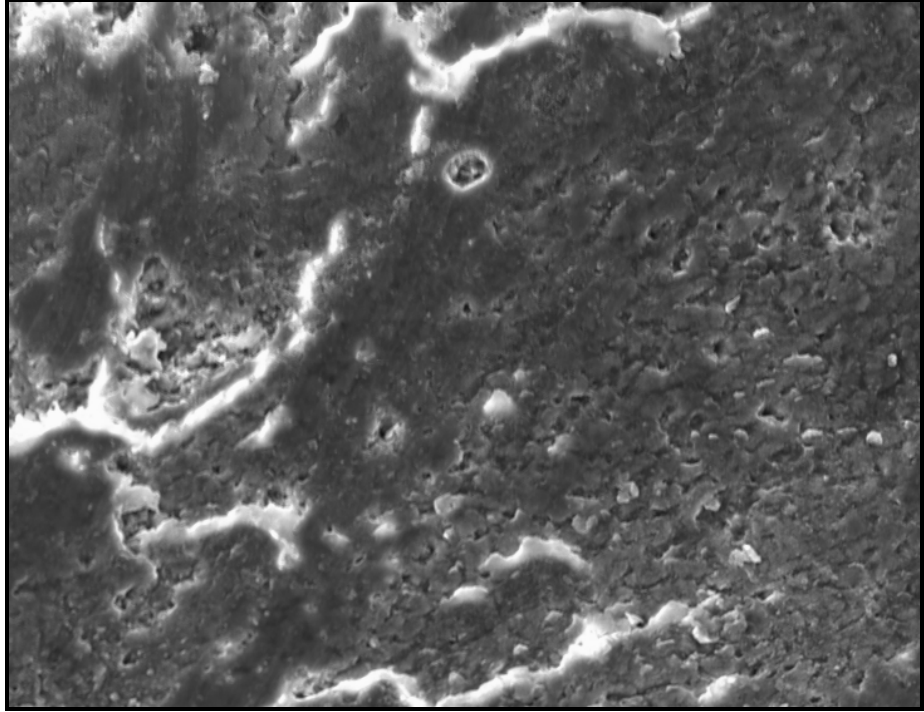
Resim 40. Excite/Solitaire 2, mine-dentin birleşimi adeziv kırılma



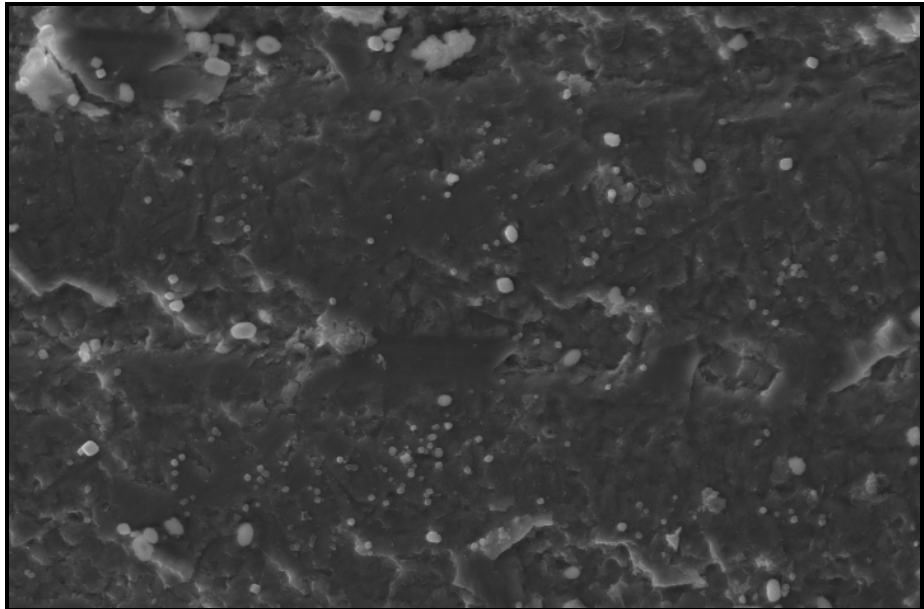
Resim 41. Excite/ Solitaire 2, dentinde mix kırılma



Resim 42. Excite/Clearfil Photo Posterior, mine-dentin birleşimi adeziv kırılma



Resim 43. Excite/Clearfil Photo Posterior, koheziv kırılma



Resim 44. Excite/Tetric Ceram koheziv kırılma

TARTIŞMA

Kompozit rezinlerin mineye başarıyla bağlanmalarının sağlanması, geleneksel kavite şekillerinde değişiklikler yaparak estetik restorasyonlarda ilk önemli gelişmeyi oluşturmuştur. Bunun hemen arkasından dentine bağlanma konusunda çalışmalar başlatılmış, Fusuyama'nın önerdiği dentini asit ile pürüzlendirerek mekanik yolla bağlanmayı artırma düşüncesi adeziv diş hekimliğinde ikinci büyük gelişme olmuştur.³⁰ Dentine bağlanma uygulamalarını daha kolay bir hale getirme ve aşamalarını azaltma çabaları yeni adeziv sistemlerin geliştirilmesine öncülük etmiştir.⁹⁵

Günümüzde diş hekimlerinin hizmetine sunulan çok çeşitli adeziv sistemler vardır. Onların başarılarının, in vivo testlerle değerlendirilmesi çok zaman aldığından bu materyallerin, bağlanma dayanıklılığı ölçümü ve mikrosızıntı çalışmaları gibi laboratuvar testleri ile in vitro olarak değerlendirilmesi kaçınılmazdır.⁷⁸ Restoratif sistemlerin performansını değerlendirmek için kullanılan laboratuvar testlerinin iki ana tipi kapama yeteneği ve bağlanma dayanımı testleridir.⁶

Kavite duvarı ve restorasyon ara yüzeyinde oluşan stresler genellikle kompleks olmakla birlikte esas olarak makaslama ve gerilme stresleridir. Bu nedenle de makaslama ve gerilme stresleri çalışmalarda sıklıkla kullanılırlar.^{27,36,58,69,70,88} Makaslama bağlanma dayanımı testi, materyallerin farklı

diş dokularına bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesinde geçerli olarak kullanılan güvenilir bir test metodudur.⁵

Testlerde kullanılan bağlantı alanı büyük olduğunda, nispeten daha düşük bir kuvvette, kohesiv kırılma eğilimi vardır. Küçük modellerde stres dağılımı daha homojendir ve stres birikimi daha azdır. Bu nedenle son yıllarda geleneksel yöntemlere göre daha küçük bağlantı alanlarında çalışılan mikro-gerilim ve mikro-makaslama testleri geliştirilmiştir.^{52,88} Mikro-makaslama testinde, örneklerin test apereyine tutturulması daha kolaydır. Mikro-gerilim testinde olduğu gibi modellerin şekillendirilmesi gerekliliği olmadığından bağlantı ara yüzeyinde daha az stres oluşur.^{52,59,68} Boyutları sabit olan küçük silindirik kalıplar kullanılarak oluşturulan örnekler ile istenilen diş bölgelerinde materyallerin bağlanma dayanımları ölçülebilir.

SEM verileri, bağlanma dayanımının değerlendirilmesi ve kenar sızıntısının incelenmesi gibi çalışmalarda bulguların yorumlanmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, örneklerin kopma yüzeyleri SEM’de incelenmiştir. Böylece bağlantı testi sonuçları daha ayrıntılı yorumlanabilmiştir.

Dentinin yapısı ve kimyasal içeriği nedeni ile adeziv sistemlerle mineye bağlanmada elde edilen klinik başarı henüz dentinde sağlanamamıştır. Tübüler yapısı, smear tabakası, dentinal sıvı akışı nedeni ile dentine bağlanma tamamen farklıdır ve teknik olarak oldukça hassasiyet gerektirir.^{23,56}

Mine ve dentin dokusuna bağlanma ile ilgili pek çok araştırma olmasına rağmen mine-dentin birleşimine olan bağlanma hakkındaki bilgiler oldukça azdır. Bu alanın karışık bir anatomik yapıya sahip olması adeziv materyallerin

bağlanmasını etkileyebilir. Bu bölgenin mine ve dentinden daha az mineralize, fibril ile kuvvetlendirilmiş bir bağlantı olarak dikkate alınabileceği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada mine-dentin birleşimi bölgesinin asit uygulamalarına daha hassas olduğu gösterilmiş, mineral içeriğinin az olması, dentin tübül dalları ve kollagen bantların varlığının asit solüsyonunun yayılımını hızlandırdığı düşünülmüştür.⁶⁹

Kullanılan dişlerin yapısal özellikleri, test metodu, test öncesi bekletme koşulları, materyalin kalitesi ve uygulama şekli bağlanma dayanımını sonuçlarını etkileyen önemli faktörlerdendir.^{52,88} Diş çekimden sonra dentinde değişiklikler meydana geldiği, bu nedenle de test zamanına kadar dişlerin solüsyonlar içinde saklanması gerektiği bildirilmiştir. Bu amaca uygun olarak kullanılacak formalin, timol, etanol, serum fizyolojik, distile su gibi pek çok farklı solüsyon önerilmiştir.^{59,31} Birçok çalışmada dişler distile su içerisinde bekletilmiştir.^{8,36,77} Bu araştırmada da dişlerin kullanılacağı zamana kadar distile su içerisinde bekletilmesi tercih edilmiştir.

Laboratuvar testlerinde dentin yüzeyinin pürüzlülük derecesini ve oluşan smear tabakasını standart hale getirmek amacı ile çeşitli aşındırıcılar kullanılmaktadır. Bunlar arasında en sık tercih edilenlerden biri de 600 derecelik silikon karbit zımparadır.^{58,59,64,67} Bizim çalışmamızda da diş yüzeylerinin hazırlanmasında 600 derecelik silikon karbit zımpara kullanılmıştır.

Bağlanma dayanımı çalışmaları genellikle örneklerin hazırlanmasından 24 saat sonra yapılmaktadır. Örneklerin aktivasyonundan 24 saat sonra yapılan testlerin bağlanma dayanımı verileri, hemen sonra yapılan testlere göre daha

yüksek bulunmuştur.⁵⁷ Yapılan pek çok çalışmada^{47,67,72} olduğu gibi bizim araştırmamızda da test öncesi örnekler 24 saat distile suda bekletilmiştir.

Birçok diş hekimi sıklıkla farklı üretici firmalara ait adeziv sistemleri ve kompozit rezinleri birbirleri ile değiştirerek kullanmaktadırlar. Ancak yapılan bir çalışmada değiştirilerek kullanılan kompozit rezin ve adeziv sistemler içerisinde farklı konsantrasyonlarda indirgen ajanlar ve polimerizasyon başlatıcılarının bulunmasının mikrosızıntıyı arttırabileceği belirtilmiştir.⁶¹

Konu ile ilgili araştırmaların yetersizliği göz önüne alınarak çalışmamızda, çeşitli adeziv sistemler ve kompozit rezinlerin birbirleri arasında değiştirilerek kullanılmasının mine-dentin birleşimi ve dentine olan bağlanma dayanımlarına etkisi değerlendirilmiştir. Materyal olarak üç farklı firmanın bir adeziv sistemi ile bir kompozit rezini seçilmiştir. Mine-dentin birleşimine olan bağlanmayı değerlendirebilmek ve dentinin hep aynı bölgelerinde çalışabilmek amacı ile mikro-makaslama bağlanma dayanımı test yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmamızda iBond/Solitaire 2, Clearfil SE Bond/Clearfil Photo Posterior, Excite/Tetric Ceram adeziv sistem ve kompozit rezinleri kullanılmıştır. iBond tek basamaklı SE Bond iki basamaklı self-etch sistemdir. Excite ise iki basamaklı total-etch sistemdir.

Self-etch sistemler, klinik olarak asit uygulama ve yıkama basamağının elimine edildiği, uygulama ve maniplasyon süresince hata yapma olasılığının azaltıldığı en ümit verici yaklaşımdır. Bu sistemlerin önemli bir avantajı, demineralizasyon ve rezin infiltrasyonunun aynı zamanda meydana gelmesidir. Klinik olarak uygunlama süreleri geleneksel sistemlere göre daha azdır.^{55,87,88}

Basitleştirilmiş ve kullanımı oldukça kolay olan, daha az teknik hassasiyet gerektiren bu sistemlere rağmen geleneksel total-etch sistemler hala oldukça popülerdir ve diş hekimleri tarafından sıklıkla tercih edilmektedirler.^{21,55} İki basamaklı total-etch sistemlerde primer ve adeziv rezin tek şişede birleştirilmiştir.^{10,27}

Sonuçları değerlendirdiğimizde, kompozit ve adeziv sistemler birbirleri ile değiştirilerek kullanıldığında üretici firmaları farklı olsa bile herhangi bir uyumsuzluk göstermemişlerdir. Biz, elde ettiğimiz verilere dayanarak kullanılan adeziv sistemlerin bağlanma dayanımında daha önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Kullandığımız self-etch adeziv sistemlerin (iBond ve SE Bond) dentine olan bağlanma dayanımlarının mine-dentin birleşimine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Dentinde en yüksek bağlanma dayanımı gösteren sistem Clearfil SE Bond'dur.

Clearfil SE Bond, büzülme streslerine karşı adezivin gerilme kapasitesini arttırdığı düşünülen doldurucu partiküller (silikon dioksit) içerir.²⁷ PH'sının klasik fosforik asitten daha düşük olması nedeni ile demineralizasyon derinliği 1 µm'dir. Bu yüzeysel demineralizasyonda hem mikromekanik tutuculuk için yeterli derecede yüzey porözitesi elde edilir hem de kimyasal bağlanmaya katkı sağlayabilen hidroksiapatitler ortamdan tamamen uzaklaşmazlar. Bunlara ek olarak içeriğinde, phenyl-p yerine hidroksiapatitin kalsiyumuna bağlanma potansiyeli olan MDP (10-Metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat) içerir.^{3,39} Tüm bu özellikler Clearfil SE Bond ile elde ettiğimiz başarılı sonuçlarda etken olabilir.

Yoldaş ve ark.⁹⁵ üç self-etching ve bir total-etch sistemin dentine makaslama bağlanma dayanımlarını karşılaştırmak amacı ile yaptıkları çalışmalarında self-etch sistemler arasında (Clearfil SE Bond, iBond, XenoIII) istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmamakla birlikte en yüksek bağlanma dayanımını Clearfil SE Bond'un gösterdiğini bildirmişlerdir.

Goracci ve ark.²⁷ bir total-etch adeziv sistem (Excite) ve üç tane self-etching adeziv sistemlerinin (Adper Prompt-L-Pop, Xeno CF II, Adhese) mine ve dentine olan bağlanma dayanımlarını araştırdıkları çalışmalarında self-etching sistemlerin dentine bağlanma dayanımlarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiklerini, mineye bağlanmadaki farklılıklarının önemli olmadığını ve doldurucu partiküller içeren AdheSE sistemin self-etch adeziv sistemler arasında hem mine hem de dentin dokusunda kabul edilebilir bir performans gösterdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte Excite adeziv sistemi mine ve dentinde bizim çalışmamızın aksine daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir.

Senawongse ve ark.⁶⁷ yaptıkları bir çalışmada iki basamaklı total-etch sistem Single Bond ve iki basamaklı self-etch sistem SE Bond'un daimi diş dentinine olan mikro-makaslama bağlanma dayanımları arasında önemli bir farklılık bulamamışlardır.

Hubbezoğlu ve ark.³² çalışmalarında kullandıkları adeziv sistemler arasında (TrainTM SPE&One Step, AdheSE, iBond, Xeno III, Clearfil SE Bond) dentine en yüksek mikro-gerilim bağlanma dayanımını SE Bond ve AdheSE sistemlerinin gösterdiğini bildirmişlerdir.

Araştırmamızda iBond mine-dentin birleşiminde ve dentinde Clearfil SE Bond'a göre daha düşük bağlanma dayanımı göstermiştir. iBond'un nispeten kötü sonuçları onun solvent içeriği ile açıklanabilir. iBond organik çözücü olarak aseton içerir. Aseton çok uçucudur ve dentin yüzeyinden çok hızlı buharlaşır. Bu nedenle de adezivin birkaç tabaka halinde ve çok dikkatli bir şekilde uygulanması gerekebilir.³ Ayrıca tek basamaklı self-etching adeziv sistemler su emilimine karşı daha hassastırlar. Hidrofobik bonding ajanın yokluğu, onların polimerizasyondan sonra geçirgen bir membran gibi davranmalarına neden olabilir. Bu durum, demineralize mine ve restoratif materyal arasındaki su emilimini hızlandırabilir, sonuç olarak bağlantı olumsuz etkilenir.^{23,80}

Atash ve Abbeele³ yaptıkları bir çalışmada Clearfil SE Bond, Adper Prompt L Pop, OptiBond Solo Plus Self-Etch, A dheSE, Xeno III, Scotch Bond 1, Etch&Prime 3.0 ve iBond adeziv sistemlerinin sığır süt dişlerinde mine ve dentine olan makaslama ve gerilme bağlanma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak SE bond'un mine ve dentinde daha yüksek bağlanma dayanımına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Minede en düşük makaslama bağlanma dayanımını iBond, dentinde Etch&Prime 3.0 göstermiştir.

Çalışmamızda Excite adeziv sistemine ait sonuçlar değerlendirildiğinde mine-dentin birleşimine olan bağlanma dayanımı dentine göre daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, dentinde diğer adeziv sistemlere göre daha düşük bağlanma dayanımı göstermiştir. İki basamaklı total-etch sistemlerin oluşturduğu adeziv tabakası daha incedir. Böyle adeziv sistemlerin su ve oksijen

kontaminasyonuna daha hassas olmaları, adeziv resinin eksik polimerizasyona ve düşük bağlanma dayanımına neden olabilir.⁷

Tek şişe total-etch adezivlerde polimerizasyondan önce, nano doldurucu partiküller bir araya gelerek hibrit tabakasının interfibriler boşluklarına infiltre olamayacak büyüklükte kümeler oluşturabilir. Buna ek olarak adezivin ana maddesi olan akıcı monomer demineralize intertübüler matrikse daha önce infiltre olarak bu partiküllerin infiltrasyonunu önleyebilir. Bu durum bağlanmayı olumsuz etkiler. Ayrıca bu sistemler dentini infiltre olabildiklerinden daha derin demineralize edebilirler.²⁵ Yıkama işlemini takiben yüzeyin hava spreyi ile kurutulması, kollajen liflerin büzülmesine neden olarak monomerin eksik infiltrasyonu ve zayıf bağlanma dayanımı ile sonuçlanabilir.^{7,19,88}

Excite total-etch sistem de SE Bond gibi doldurucu partiküller içerir. Ancak partiküllerin boyutları ve konsantrasyonu SE Bond'a göre daha düşüktür. SE Bond daha visközdür ve oluşturduğu adeziv tabakası daha kalındır. Bu durum polimerizasyon büzülmesi ile oluşan stresleri kompanze ederek dağıtabilmesini sağlar.³⁹

İki basamaklı (Single Bond) total-etch sistem kullanılarak insan, sığır ve kirpi dişlerinde mine ve dentine olan bağlanma dayanımının karşılaştırıldığı bir çalışmada her üç grupta da minede daha yüksek bağlanma dayanımı elde edildiği bildirilmiştir.⁵⁸

Bizim çalışmamızda total-etch adeziv sistem Excite ile mine-dentin birleşiminde daha yüksek bağlanma dayanımı elde edilmesine neden olarak

minenin varlığı gösterilebilir. Mine yüzeyine fosforik asit uygulanması ile elde edilen retantif alana bağlayıcı ajanın penetre olması etkili bir bağlanma sağlar.⁹³

Bouillaguet ve ark.⁷ sığır dişi kök dentini kullanarak iki tane geleneksel adeziv sistem (Scotchbond Multipurpose Plus, OptiBond FL), dört tane iki basamaklı total-etch sistem (Scotchbond 1, Asba S.A.C., Prime, Bond NT, Excite) ve iki tane self-etching adeziv sistemlerinin (Clearfil Liner Bond 2 V, Prompt L-Pop) mikro-gerilim bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında en yüksek bağlanma dayanımını geleneksel adeziv sistem Scotchbond Multipurpose Plus kullanılan gruplardan elde edildiğini bildirmişlerdir. İki basamaklı total-etch sistemler arasında en düşük bağlanma dayanımını istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte Excite adeziv sistem göstermiştir. Bu gruptaki örnekler incelendiğinde, çoğunlukla oluşan adeziv tabakasının ince olduğu görülmüştür. İki basamaklı total-etch sistemler ile self-etch sistem Clearfil Liner Bond 2 V arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Shimada ve ark.⁶⁹ mine, dentin ve mine-dentin birleşimi bölgesinde bir self-etch adeziv sistem (Clearfil SE Bond) ve iki total-etch sistemin (One-step, Single Bond) bağlanma dayanımlarını araştırdıkları çalışmalarında bağlanma dayanımı yönünden bölgesel farklılığın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte örneklerin kırılma tiplerini incelediklerinde bölgeler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuşlardır. Minede daha çok adeziv tip kırılma görülürken, dentin ve mine-dentin birleşim bölgesinde görülen kırılma tipi çoğunlukla mix ya da kohesivdir. Ayrıca tüm bölgelerde adeziv sistemler arasında önemli bir farklılık bulamadıklarını bildirmişlerdir.

Cardoso ve ark.¹⁰ Clearfil SE Bond ve Excite adeziv sistemlerinin mine ve dentine olan bağlanma dayanımlarını mikro-gerilim testi ile değerlendirdikleri çalışmalarında adeziv sistemlerin farklı dokulardaki bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte minede Excite'in bağlanma dayanımı ortalaması SE Bond'a göre daha yüksektir. Dentinde ise SE Bond daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir.

Mallmann ve ark.³⁹ kavite şeklinin, dentine bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmek amacı ile Clearfil SE Bond ve Excite adeziv sistemlerinin iki farklı kavite konfigürasyonunda bağlanma dayanımlarını değerlendirmişlerdir. C-faktör 1 iken, sistemler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamakla birlikte SE Bond adeziv sisteminin gösterdiği ortalama bağlanma dayanımının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. C-faktör 5 olduğunda ise Excite total-etch sisteminin bağlanma dayanımının önemli oranda daha düşük olduğunu bulmuşlardır.

Inoue ve ark.³⁴ yaptıkları bir araştırmada üç adet tek basamaklı self-etch sistem (One-up Bond F, Prompt L-Pop, Exp.PQ/Universal SE^{1c}), üç tane iki basamaklı self-etch sistem (Clearfil SE Bond, NRC/Prime&Bond NT, UniFil Bond), dört tane iki basamaklı total-etch sistem (Excite, OptiBond Solo Plus, Exp.PQ/Universal SE^{2c}, Scotchbond 1) bir tane üç basamaklı total-etch sistem (OptiBond FL) olmak üzere on bir tane güncel adeziv sistemin mineye olan mikro-gerilim bağlanma dayanımlarını değerlendirmişler ve sonuç olarak tek basamaklı self-etch sistemlerden ikisi (One-up Bond F, Exp.PQ/Universal SE^{1c})

hariç üç basamaklı total-etch sistem ile basitleştirilmiş sistemler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulamamışlardır.

Çalışmamızda adeziv sistemlerin mine-dentin birleşiminde kırılma tipleri değerlendirildiğinde iBond %55 adeziv başarısızlık, %45 mix başarısızlık, Clearfil SE Bond %63 adeziv başarısızlık, %37 mix, Excite ise %51 adeziv, %7 koheziv, %42 mix başarısızlık göstermiştir. Dentinde iBond %61 adeziv, %2 koheziv, %37 mix başarısızlık, Clearfil SE Bond %54 adeziv başarısızlık, %9 mix, %37 mix, Excite ise %77 adeziv, %23 mix başarısızlık göstermişlerdir.

Dentin ve mine-dentin birleşim bölgesinin elastisite modülünün adeziv rezin ile karşılaştırıldığında daha düşük olması bağlantı ara yüzeyinde eşit olmayan stres dağılımına, dolayısıyla dentin ve mine-dentin birleşimi bölgelerinde kohesiv ve mix tip kırılmaların fazla olmasına neden olabilir.⁶⁹

Mikrosızıntı, kavite duvarı ve restoratif materyal arasından bakteri, likit, molekül ve iyonların geçişi olarak tanımlanır.⁷⁶ Polimerizasyon büzülmesi, dentine bağlanma dayanımı, diş ve restoratif materyalin termal ekspansiyon katsayıları arasındaki farklılıklar, fonksiyonel okluzal kuvvetler restorasyon ile diş dokusu birleşim yüzeyinde aralık oluşturarak mikrosızıntıya yol açabilirler. Burada en önemli parametre polimerizasyon büzülmesidir. Bu nedenle adezivlerin dentine bağlanma dayanımları polimerizasyon büzülme streslerine karşı koyabilmelidir.⁷⁸

Dentin adezivlerin formüllerinde ve uygulama tekniklerindeki değişimlerle daha uygun ve güvenilir sistemler piyasaya sunulmuştur. Ancak sızıntıyı tamamen engelleyen materyal ya da yöntem bulunmamaktadır.⁷⁸ Adeziv sistemlerle ilgili

olarak; bağlanma dayanımı, ıslatma özellikleri, solventin yapısı, uygulama özellikleri, kompozit rezinlerde; elastisite modülü, büzülme ve termal ekspansiyon katsayıları mikrosızıntının önleminde önemli belirleyici etkenlerdendir.⁴⁰

Araştırmamızda, çalışmalarda yaygın olarak kullanılan^{42,77,78,90,94} ve nispeten kolay olan boya penetrasyon yöntemi tercih edilmiştir.⁷⁷ Modellerin boyada bekletilme sürelerinin 1 saat ile 2 hafta arasında değiştiği, bunun mikrosızıntı çalışmalarını etkilemediği bildirilmiştir.⁴⁰ Bizim çalışmamızda örnekler 24 saat boya solüsyonunda bekletilmiştir.

Ağız içerisinde, restorasyonlar devamlı olarak sıcaklık ve pH gibi değişimlere maruz kalırlar.⁹⁰ Termal stresler, diş dokusu ve restoratif materyalin termal ekspansiyon katsayıları arasındaki farklılıklara bağlı olarak ara yüzde boşluk oluşumuna ve sonrasında mikrosızıntıya neden olabilirler.^{53,75,90} Mikrosızıntı testlerinden önce ağız içi şartları taklit etmek amacı ile hazırlanan örnekler termal ve mekanik yük siklusu uygulanabilir.⁹⁰

Türkün ve Ergücü⁷⁸ 1997 ve 2002 yılları arasında yayınlanmış 84 tane in vitro sızıntı çalışmasını değerlendirdikleri araştırmalarında termal siklus için kullanılan maksimum ve minimum ısıların %98,7 oranda 5-55°C ve en sık tercih edilen siklus sayısının 250 ile 500 arasında olduğunu belirtmişlerdir. %21,3 oranında ise 1000-1500 siklus sayısı tercih edilmiştir.

Wahab ve ark.⁹⁰ yaptıkları bir çalışmada termal siklus sonrası mine ve dentin kenarlarında mikrosızıntının önemli derecede arttığını göstermişlerdir.

Bedran-de-Castro ve ark.⁵ termal ve mekanik siklusun mikrosızıntı ve makaslama bağlanma dayanımı üzerine etkilerini değerlendirmek amacı ile

yaptıkları çalışmalarında, termal siklus, mekanik siklus ve bunların kombinasyonlarının makaslama bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır.

Mitsui ve ark⁴² mekanik siklus uygulamalarının mikrosızıntı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda mikrosızıntı testi öncesinde örnekler 5-55°C'de 1000 kez termal siklus uygulanırken, mikro-makaslama testi için herhangi bir yaşlandırma yöntemi kullanılmamıştır.

Servikal bölgede tübüllerin kavite preparasyonuna paralel uzanması nedeni ile geleneksel rezin tag oluşumu zordur.⁹⁰ Bu nedenle mikrosızıntı çalışmamızda, restorasyonun servikal marjininin, bağlanma için kritik bir bölge olan mine-sement bileşiminin 1 mm altında bitirilmesi tercih edilmiştir.⁵

Veriler değerlendirildiğinde, iBond ve SE Bond adeziv sistemleri Solitaire 2, Cearfil Photo Posterior ve Tetric Ceram kompozit materyalleri ile değiştirilerek kullanıldığında okluzal ve gingival bölgede mikrosızıntı yönünden önemli bir farklılık göstermemişlerdir.

Excite adeziv sistemin kullanıldığı gruplar arasında gingival sızıntı yönünden fark elde edilemezken, okluzalde kompozit rezin olarak Solitaire 2 ve Tetric Ceram kullanılan iki grup arasında ki farklılığın önemli olduğu gözlenmiştir. Excite/Solitaire 2 grubunun mikrosızıntı değeri Excite/Tetric Ceram grubuna göre daha yüksek bulunmuştur.

Bağlayıcı ajanın restoratif materyalin polimerizasyon büzülmesini sonucu oluşacak streslere dayanabilecek kapasitede olması mikrosızıntının önlenmesinde önemli bir faktör olarak görülmektedir.¹²

Polimerize olan rezin kompozitin büzülme stresleri ile restorasyonun duvarına adeziv rezinin bağlantısı arasındaki rekabet restorasyonun kapama yeteneğindeki başarısızlığının ve mikrosızıntının ana sebebidir.⁶² Kavite duvarı ile kompozit rezin arasındaki adezyon kuvvetleri büzülme streslerine karşı koyamaz ise post-jel aşamasında hacimsel büzülme gerçekleşir ve kenar sızıntısı ortaya çıkar. Kavite duvarı ve restoratif materyal arasındaki bağlantı, büzülme kuvvetlerine dayanabilirse rezin içinde stres birikimi olur. Bu birikim bir dereceye kadar karşılanmakla birlikte, kompozit rezin materyallerde ya da ara yüzde mikroçatlak, aşınma ve mikrosızıntı gibi sorunlara yol açarak restorasyonda erken başarısızlıklara neden olabilir.^{15,16,18}

Solitaire 2'nin Tetric Ceram'a göre polimerizasyon büzülmesinin daha fazla olması ve bağlanma dayanımını olumsuz etkilemesi sızıntı miktarının artmasında etkili olabilir.^{22,62} Biz Excite ile elde edilen bağlantının Solitaire 2'nin polimerizasyonu sırasında oluşan büzülme streslerine dayanamamış olabileceğini düşünmekteyiz.

iBond, SE Bond ve Excite'in sızıntı bakımından karşılaştırıldığında, okluzalde iBond ve Clearfil SE Bond sistemleri arasındaki farklılık önemli bulunurken, iBond ile Excite ve Clearfil SE Bond ile Excite arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Gingivalde ise adeziv sistemler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Okluzalde iBond'un sızıntı miktarı SE Bond'a göre önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. iBond'un mineyi yeterince asitleyememesi ve yüzey altı prizmatik minenin eksik hibridizasyonu, minedeki sızıntının fazla olmasını açıklayabilir. Tek basamaklı self-etching adeziv sistemler su emilimine karşı daha hassastırlar. Hidrofobik bağlayıcı ajanın yokluğunda, polimerizasyondan sonra geçirgen bir membran gibi davranırlar. Bu, kısmen demineralize olmuş mine ve restoratif materyal arasındaki su emilimini hızlandırabilir.²³

Frankenberger ve ark.²³ TEM ve SEM incelemelerinde iBond'un minede smear tabakasını tamamen kaldırmadığını, altındaki prizmatik mine için minimum ve eksik asitleme etkisi gösterdiğini bildirmişlerdir. iBond kullanılan grupta, diğer adezivlerle karşılaştırıldığında (Syntac Classic, Solobond Plus, OptiBond FL, Admira Bond, Single Bond ve Clearfil SE Bond) daha fazla marjinal aralık gözlenmiştir. Self-etch adezivlerde, iki basamaklı sistemler tek basamaklı self-etch sistemlere göre daha iyi performans göstermişlerdir.

Gagliardi ve Avelar.²⁵ çeşitli bonding ajanların mikrosızıntılarını değerlendirdikleri çalışmalarında (Single Bond, Prime&Bond NT, Excite, Durafil Bond, Etch&Prime 3.0, Prompt L-Pop, Vitremer), self-etching adezivler ile tek şişe adeziv sistemler arasında Durafil Bond'un dışında önemli bir farklılık bulamamışlardır. Bizim çalışmamızda da mikrosızıntı bakımından self-etch sistemler ile tek şişe adeziv sistemler arasında okluzal ve gingivalde önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Kallanos ve ark.³⁵ Optibond Solo, Prompt-L-Pop ve iBond adeziv sistemlerinin birinci sınıf kavitelere mikrosızıntılarını değerlendirmek amacı ile

yaptıkları çalışmalarında en iyi performansı total-etch sistem Optibond Solo, en düşük performansı ise tek basamaklı self-etch sistem Prompt-L-Pop adeziv sisteminin gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda dokuz grubun okluzalde ki sızıntı değerleri ikişerli olarak karşılaştırıldığında SE Bond&Solitaire2 grubu iBond&Tetric Ceram grubuna göre, Excite&Tetric Ceram grubu iBond&Tetric Ceram grubu göre, SE Bond& Clearfil Photo Posterior grubu ise iBond&Tetric Ceram grubuna göre istatistiksel olarak daha az sızıntı göstermişlerdir. Gruplara ait gingival sızıntı değerleri karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulunmamıştır.

Wahab ve ark.⁹⁰ yaptıkları çalışmalarında, çeşitli kompozit materyallerin (Arabesk, Solitaire 2, Silux Plus, Renew, Durafill VS, Charisma ve 1 bond Solo bond M) beşinci sınıf restorasyonlarda mikrosızıntılarını değerlendirmişler ve kompozit materyalinin tipinin mikrosızıntı oranını önemli miktarda etkilemediğini bildirmişlerdir.

Robinson ve Moore⁶¹, Valux kompozit rezin/Scotchbond ve Lumifor kompozit rezin/Gluma sistemlerinin birbirleri arasında değiştirerek kullanılmasının mikrosızıntı üzerine etkisini araştırmışlar ve sonuç olarak bizim çalışmamızın aksine materyallerin değiştirilerek kullanıldığında mikrosızıntının önemli oranda arttığını bulmuşlardır.

Hürmüzlü ve ark.³³ beş farklı kompozit rezin ve adeziv sistemlerinin ikinci sınıf kaviterlerde mikrosızıntılarını değerlendirdikleri çalışmalarında (Definite/Etch&Prime 3.0, Admira Bond/ Admira, Gluma Comfort Bond/Solitaire 2, Gluma Comfort Bond/Charisma, Single Bond/P-60) okluzalde ve gingivalde en

az mikrosızıntıyı Single Bond/P-60 grubunun gösterdiğini ve total-etch kullanılan gruplarda self-etch gruplarına göre mikrosızıntının daha düşük olduğunu bildirmişleridir.

Yazıcı ve ark.⁹⁴ dört farklı kompozit rezin ve adeziv sistemlerinin (Excite/Tetric Flow, Single Bond/Z100, Gluma Comfort Bond/Solitaire 2, Admira Bond/Admira) beşinci sınıf kaviterlerde mikrosızıntılarını değerlendirdikleri çalışmalarında mine ve dentinde gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığını ve restoratif materyallerin mikrosızıntıyı azatma etkinliklerinin aynı düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Civelek ve ark.¹² ikinci sınıf kaviterlerde çeşitli kompozit rezinlerin mikrosızıntılarını değerlendirmişler ve sonuç olarak mikrosızıntı oluşumunda kullanılan materyallerden çok diş dokusunun daha önemli olduğunu bildirmişlerdir. Tüm gruplar için okluzal kenar sızıntısının gingivale göre daha az olduğunu göstermişlerdir.

Wahab ve ark.⁹⁰ beşinci sınıf kaviterlerde çeşitli kompozit rezinlerin mikrosızıntılarını araştırmışlar ve gingival kenarda okluzale göre daha fazla sızıntı oluştuğunu bulmuşlardır.

Bizim çalışmamızda da kullandığımız tüm adeziv sistemlerde gingival sızıntı okluzal sızıntıya göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Dentin ve kompozitin termal ekspansiyon katsayıları arasındaki farklılığın mine ve kompozit arasındaki farklılığa göre daha fazla olması gingival kenardaki yüksek sızıntı miktarının nedeni olabilir.⁹⁰

Dentin tübüllerinin yönü de bağlanmada önemlidir. Gingivalde tübüllerin bağlantı yüzeyine paralel uzanması kaliteli bir hibrit tabakası oluŐmasını engelleyerek gingivaldeki sızıntı miktarını arttırıyor olabilir.³³

Bu çalışmada;

1. iBond, Clearfil SE Bond, Excite adeziv sistemlerinin farklı kompozitlerle değiştirilerek kullanılması bağlanma dayanımları yönünden farklılık oluşturmamıştır.
2. iBond ve SE Bond dentinde, Excite ise mine-dentin birleşiminde daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir.
3. Adeziv sistemler karşılaştırıldığında dentinde en yüksek bağlanma dayanımını Clearfil SE Bond göstermiştir. Mine-dentin bileşiminde ise sadece SE Bond ile iBond arasındaki farklılık önemlidir.
4. iBond ve SE Bond farklı kompozitler ile birlikte kullanıldığında okluzalde sızıntı bakımından önemli farklılık g stermezlerken, Excite'ın kullanıldığı gruplar (Excite/Solitaire 2, Excite/Clearfil Photo Posterior, Excite/Tetric Ceram) arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.
5. Minede adeziv sistemlerin gösterdiği sızıntı değerleri karşılaştırıldığında iBond ile SE Bond arasındaki farklılık önemli bulunmuştur.
6. Tüm adeziv sistemler gingivalde daha yüksek sızıntı göstermişlerdir.

SONUÇLAR

1. Çalışmamızdan elde ettiğimiz verilere dayanarak, araştırmamız için seçilen farklı firmalara ait adeziv sistemler ve kompozit rezinlerin birbirleri arasında değiştirilerek kullanılmasının restorasyonlarda uygun bir işlev olacağını söyleyebiliriz.

2. Restorasyonun bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı yönünden başarısı için adeziv materyalin diş dokusu ile ilişkisi oldukça önemlidir.

3. Çalışmamızda dişin bölgesel farklılıkları bağlanmayı etkilemiştir. Bu bulgu temel alındığında, bağlanma dayanımını artırmaya yönelik çalışmalarda dişin bölgesel farklılıklarının dikkate alınmamasının, yanıltıcı sonuçların ortaya çıkmasına neden olacağını düşünmekteyiz. Ayrıca adezyona yönelik çalışmaların in vivo araştırmalar ile desteklenmesinin gerekliliği de göz ardı edilmemelidir.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı üç farklı firmanın ürettiği adeziv sistemler ve kompozit rezinlerin birbirleri arasında değiştirilerek kullanılmasının, mine-dentin birleşimi ve dentine olan bağlanma dayanımları ile mikrosızıntı miktarına etkilerini in vitro koşullarda karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Grupların bağlanma dayanımlarını değerlendirmek için mikro-makaslama test metodu seçilmiştir. Bu amaçla dişler yüzeyleri hazırlandıktan sonra rasgele dokuz gruba ayrılmıştır. Bağlantı testi için mine-dentin birleşim alanı ve bu alandan yaklaşık 2 mm uzaklıktaki dentin bölgesi seçilmiştir. Yüzezlere adeziv sistemler uygulandıktan sonra 0,7 mm çapında ve 1 mm boyundaki plastik tüpler kullanılarak diş yüzeylerine kompozit rezinler yerleştirilmiştir.

Örneklerin her birine 1 mm/dak hızla kopma meydana gelinceye kadar makaslama kuvveti uygulanmıştır. Kırılan örneklerin kopma yüzeyleri daha sonra stereomikroskopta ve taramalı elektron mikroskopunda incelenmiştir.

Mikrosızıntı testi için dişlerin mezyal ve distal yüzlerine standart ikinci sınıf kaviteler açılmıştır. Dişler rasgele dokuz gruba ayrıldıktan sonra çalışmamız için seçilen adeziv sistemler ve kompozit rezinlerle restore edilmiştir.

Hazırlanan örnekler, 37°C'lik suda 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra örneklere 1000 kez, 5±2 °C ile 55±2 °C dereceleri arasında, her bir su banyosunda 30 saniye bekleyecek şekilde termal siklus uygulanmıştır. %0,5'lik bazik fuksin solüsyonu içinde 37°C 'de 24 saat bekletildikten sonra dişler mezyo-distal doğrultuda orta hat boyunca düşük devirde su soğutmalı elmas separe ile ikiye ayrılarak kesit yüzeyleri stereomikroskopta incelenmiştir. Boya penetrasyon

dereceleri, okluzal ve gingival bölge için belirlediğimiz skora göre kaydedilmiştir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz verilerin değerlendirilmesinde, Kruskal-Wallis Testi, Varyans Analizi, Tukey Testi ve İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi kullanılmıştır.

Excite adeziv sistemi dışında, aynı adeziv sistemin farklı kompozitlerle kullanılması bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı yönünden önemli bir farklılık oluşturmamıştır. Bununla beraber adeziv sistemlerin ve kompozit rezinlerin değiştirilerek kullanılması ile oluşturulan dokuz grup ikişerli olarak karşılaştırıldığında farklılık önemli bulunmuştur.

Dentinde bağlanma dayanımı yönünden en iyi sonucu SE Bond vermiştir. Mine-dentin bileşiminde ise SE Bond'un, iBond'a göre önemli derecede daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği saptanmıştır.

Adeziv sistemlerin okluzal sızıntı değerleri karşılaştırıldığında iBond ve SE Bond arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Gingival bölgede ise adeziv sistemler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Sonuç olarak; 1) adeziv sistemler ve kompozit rezinler değiştirilerek kullanıldığında grupların hepsinin kabul edilebilir sonuçlar gösterdiğini, 2) kullandığımız adeziv sistemlerin restorasyonun performansında daha etkili olduğunu söyleyebiliriz.

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate and compare the effect of the in vitro use of adhesive systems and composite resins produced by three different companies on bonding strength combined with the amount of microleakage upon dentin and the enamel-dentin junction.

Micro-shear test method was selected to evaluate the bonding strength of the groups. For this reason, teeth were randomly divided into nine groups after preparing their surfaces. For the connection test, the enamel-dentin junction and the dentin region at approximately 2 mm away from enamel-dentin junction were selected. After applying the adhesive systems to these surfaces, the composite resins were placed on the tooth surfaces using 0.7 mm diameter, 1 mm long plastic tubes.

Shear force was applied to each specimen at a crosshead speed of 1mm/minute until failure occurred. The surfaces of the broken samples were later studied under stereo and scanning electron microscopes.

For the microleakage test, standard class II cavities were prepared on the mesial and distal sides of the teeth. After the teeth were randomly divided into the nine groups, they were restored using the adhesive systems and composite resins chosen for this study.

The prepared samples were placed in 37°C water for 24 hours. Afterward, thermal cycling was applied by placing each sample 1000 times into a waterbath at between 5±2°C to 55±2°C for a period of 30 seconds for each waterbath. After keeping them in

a 37°C 5% basic fuchsin solution for 24 hours, teeth were cut at low speed, along the center line in the mesio-distal direction, using a water-cooled diamond saw and the surfaces were examined under a stereo microscope. Dye penetration levels were recorded in accordance with our previously determined occlusal and gingival region scores.

Variance Analysis, Kruskal-Wallis, Tukey and Difference Between Two Averages Tests were performed in statistical analysis.

Except the Excite adhesive system, no difference in bonding strength or microleakage was observed when the same adhesive system was used with different composites. At the same time, when the adhesive systems and composite resins were changed and their relationships with the nine groups were compared in groups of two, the difference was found to be significant.

In the evaluation of dentin bonding strength, SE Bond produced the best results. It was determined that SE Bond, when compared to iBond, showed a significantly higher bonding strength in regard to enamel-dentin union.

Upon comparing the occlusal leakage values of the adhesive systems, the difference between iBond and SE Bond was found to be significant. In the gingival region, however, the difference was not significant.

The following conclusions can be drawn; 1) it is possible to change adhesive systems and composite resins between groups as all of the groups showed acceptable results, 2) it can be said that bonding agents used in this study was more effective in the performance of the restoration.

KAYNAKLAR

1. Alaçam T. Endodonti. Fakülteler Kitapevi Barış Yayınları 2000. Ankara
2. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: A Review. Oper Dent 1997;22:173-185.
3. Atash R, Abbeele A Van Den. Bond strength of eight contemporary adhesives to enamel and to dentine: an in vitro study on bovine primary teeth. Int J of Pediatric Dent 2005;15:264-273.
4. Bayne SC, Heymann HO, Edward J, Swift JR. Update on dental composite restoration. JADA 1994;125:687-701.
5. Bedran-de-Castro AK, Cardoso PE, Ambrosano GM, Pimenta LA. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bond strength to dentin. Oper Dent 2004;29:42-48.
6. Bedran-de-Castro, Pereira PNR, Pimenta LAF, Thompson JY. Effect on thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strength of a total-etch adhesive system. Oper Dent 2004;29:150-156.
7. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin Ch, Meyer JM. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. J Dent 2001;29:55-61.
8. Bowen RL, Eick JD, Henderson DA, Anderson DW. Smear Layer: Removal and bonding considerations. Oper Dent 1984;3:30-34.
9. Bowen RL, Marjenhoff WA. Dental composites/glass ionomers: the materials. Adv Dent Res 1992;6:44-9 Review.

10. Cardoso PEC, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. Adhesion testing with the microtensile method: Effects of dental substrate and adhesive system on bond strength measurement. *J Adhes Dent* 2002;4:291-297.
11. Cengiz T. Endodonti. Barış Yayınları 1990. İzmir.
12. Civelek A, Ersoy M, L'Hotelier E, Soyman M, Say EC. Polymerization shrinkage and microleakage in class II cavities of various resin composites. *Oper Dent* 2003;28:635-641.
13. Çandır HA. Dentin adeziv teknikler ve dentin asitlenmesinde gelişmeler. www.izdo.org/b0009_02.htm.
14. Davis N. A nanotechnology composite. *Compend Educ Dent* 2003;24:665-7, 669-670.
15. Dayangaç B. Kompozit Resin Restorasyonlar, Güneş Kitapevi Ltd Şti 2000. Ankara.
16. Dayangaç B, Özgünaltay G. Kompozit rezinlerde polimerizasyon büzülmesi. *Ege Üniv Diş Hek Derg* 1992;13:45-48.
17. Dunn JR. iBond: The Seventh generation, one-bottle dental bonding agent. *Compend Contin Educ Dent* 2003;24:14-8.Review.
18. Eick JD, Welch FH. Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. *Quintessence Int* 1986;17:103-111.
19. Erdilek N, Eyüboğlu TF. Endodontide adeziv sistemler. *Diş Hekimi* 2005;15-23(Bilimsel ek).

20. Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent* 1992;supplement 5:81-94.
21. Ernst CP, Kötter T, Victor A, Canbek K, Brandenbusch M, Willershausen B. Marginal integrity of self- and total-etching adhesives in two different application protocols. *J Adhes Dent* 2004;6:25-32.
22. Ernst CP, Meyer GR, Klöcker K, Willershausen B. Determination of polymerization shrinkage stress by means of a photoelastic investigation. *Dent Mater* 2004;20:313-321.
23. Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dent Mater* 2005;21:397-412.
24. Fukushima T, Inoue Y, Miyazaki K, Itoh T. Effect of primers containing N-methylolacrylamide or N-methylolmethacrylamide on dentin bond durability of a resin composite after 5 years. *J Dent* 2001;29:227-234.
25. Gagliardi RM, Avelar RP. Evaluation of microleakage using different bonding agents. *Oper Dent* 2002;27:582-586.
26. Gale MS, Darvell BV. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27:89-99.
27. Goracci C, FT Sadek, Monticelli F, Cardoso Paulo EC, Ferrari M. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. *J Adhes Dent* 2004;6:313-318.
28. Gökalp S, Ayvaz ES. Dental adezivler. *TDBD* 2002;71:10-14.

29. Gökalp S, Kiremitçi A. Dentin Adezivler. HÜ Diş Hek Derg 2001;25:44-51.
30. Gökalp S. Self-etch adeziv sistemler. TDBD 2004;80:57-59.
31. Gökay O, Yılmaz F, Akın S. Saklama solüsyonlarının kompozit rezinlerin mikrosızıntısı üzerine etkileri. T Klin J Dental Sci 1998;4:41-47.
32. Hubbezoğlu İ, Hürmüzlü F, Bolayır G. Yeni nesil self-etching adeziv sistemlerin mikrogerilim bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması olarak incelenmesi. Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak Derg (Basımda).
33. Hürmüzlü F, Siso ŞH, Işın D. Sınıf II restorasyonlarda beş restoratif materyalin mikrosızıntı değerlendirmesi. Cumhuriyet Üniv Diş Hek Derg 2002;5:67-70.
34. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Meerbek BV. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. Am J Dent 2003;16:329-334.
35. Kallenos TN, Al-Badawi E, White GE. An in vitro evaluation of microleakage in class I preparations using 5th, 6th, 7th generation composite bonding agents. J Clin Pediatr Dent 2005;29:323-328.
36. Konno AN, Sinhoreti MA, Consani S, Correr Sobrinho L, Consani RL. Storage effect on the shear bond strength of adhesive systems. Braz Dent J 2003;14:42-7.
37. Koray F. Restoratif Materyaller. TDHB 2002;71:8-9.
38. Leinfelder KF, Kurdziolek SM. Self-etching Bonding Agents. Compend Contin Educ Dent 2003;24:447-457.

39. Mallmann A, Soares FZM, Placido E, Ferrari M, Cardoso PEC. Microtensile dentin bond strength of self-etching and single-bottle adhesive systems in different cavity configurations. *J Adhes Dent* 2003;5:121-127.
40. Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. *J Dent* 2001;29:123-130.
41. McDonough WG, Antonucci JM, He J, Shimada Y, Chiang MYM, Schumacher GE, Schultheisz CR. A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. *Biomater* 2002;23:3603-3608.
42. Mitsui Fabio HO, Bedrande-de-Castro Ana KB, Ritter AV, Cardoso Paulo EC, Pimenta Luis AF. Influence of load cycling on marginal microleakage with two self-etching and two one-bottle dentin adhesive systems in dentin. *J Adhes Dent* 2003;5:209-216.
43. Moszner N, Klopdohr S. Nanotechnology for dental composites. *Int J of Nanotechnology*. 2004;1:130-156.
44. Moszner N, Salz U, Zimmerman J. Chemical aspect of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review. *Dent Mater* 2005;21:895-910.
45. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Bio Mat Res* 1982;16:265-273.
46. Nakabayashi N, Pashley DH. *Hybridization of Dental HardTissues*. 1998 Quintessence Publishing Co, Inc, Tokyo, Japan

47. Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res* 1995;74:1679-88.
48. Nakajima M, Sano H, Zheng L, Tagami J, Pashley DH. Effect of moist vs. dry bonding to normal vs. caries-affected dentin with Scotchbond Multi-Purpose Plus. *J Dent Res* 1999;78:1298-303.
49. Newbrun E. Dental research: Problems, progress, and prognosis. *J Dent Res* 1989;68:1377-8.
50. Önal B, Özata F, Diekwisch TGH. Diş sert dokularında taramalı elektron mikroskobu atlası. Ege Üniversitesi Basımevi 2003. İzmir.
51. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997;25:355-372.
52. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent Mater* 1995;11:117-125.
53. Pazinato FB, Campos BB, Costa LC, Atta MT. Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations. *Pesqui Odontol Bras* 2003;17:337-341.
54. Perinka L, Sano H, Hosoda H. Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater* 1992;8:229-33.

55. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Landuyt KV, Lambrechts P, Meerbeek BV. Clinical effectiveness contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 2005;21:864-881.
56. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997;105:97-116.
57. Reis A, Carrilho RO, Schroeder M, Tancredo LLF, Loguercio AD. The influence of storage time and cutting speed on microtensile bond strength. *J Adhes Dent* 2004;6:7-1.
58. Reis AF, Giannini M, Kavaguchi A, Soares CJ, Line Sergio RP. Comparison of microtensile bond strength to enamel and dentin human, bovine, and porcine teeth. *J Adhes Dent* 2004;6:117-121.
59. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *J Dent* 1991;4:231-236.
60. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art&Science of Operatif Dentistry*. Mosby 2002. USD.
61. Robinson PB, Moore BK, Swartz ML. The effect on microleakage of interchanging dentine adhesives in two composite resin systems in vitro. *Br Dent* 1988;164:77-79.
62. Rosin M, Urban AD, Gärtner ä C, Bernhardt O, Splieth C, Meyer G. Polymerization shrinkage-strain and microleakage in dentin-bordered cavities of chemically and light-cured restorative materials. *Dent Mater* 2002;18:521-528.

63. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley AD. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994;10:236-240.
64. Sattabanasuk V, Shimada Y, Tagami J. The bond of resin to different dentin surface characteristics. *Oper Dent* 2004;29:333-341.
65. Say EC, Karakaya Ş, Soyman M, Özer F, Tagami J. Self-etch sistemler ile hibridizasyon;SEM çalışması. *Hacettepe Diş Hek Fak Derg* 2003;27:7-11.
66. Schwartz RS, Summit JB, Robbins W, Santos JD. *Fundamentals of Operative Dentistry*. USA:Quintessence Publishing Co, Inc 1996:141-186.
67. Senawongse P, Harnirattisai, Shimada Y, Tagami J. Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Oper Dent* 2004;29:196-202.
68. Senawongse P, Sattabanasuk V, Shimada Y, Otsuki M, Tagami J. Bond strengths of current adhesive intact and ground enamel. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:107-116.
69. Shimada Y, Iwamoto N, Kawashima, Burrow MF, Tagami J. Shear bond strength of current adhesive systems to enamel, dentin and dentin-enamel junction region. *Oper Dent* 2003;28:585-590.
70. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater* 2002;18:380-388.
71. Stanley HR, Pereira JC, Spiegel E, Broom C, Schultz M. The detection and prevalence of reactive and physiologic sclerotic dentin, reparative dentin

- and dead tracts beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age. J Oral Pathol 1983;12:257-89.
72. S Uno, Finger WJ. Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. Quintessence Int 1995;26:733-8.
73. Suzuki T, Finger WJ. Dentin adhesives: site of dentin vs. bonding of composite resins. Dent Mater 1988;4:379-83.
74. Swift EJ. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. Pediatr Dent 2002;24:456-461.
75. Tanrıverdi FF, Belli S, Alptekin T. İki dentin bonding sistemin marjinal sızıntısının incelenmesinde iki farklı yöntemin karşılaştırılması. Ank Üniv Diş Hek Derg 1995;22:1-6.
76. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. J Dent 1992;20:3-10.
77. Türkün LŞ, Çelik EU. Farklı kavite tiplerinde kendinden asitli adeziv sistemlerin kenar sızıntılarının incelenmesi. EÜ Diş Hek Fak Derg 2004;25:55-61.
78. Türkün LŞ, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. GÜ Diş Hek Fak Derg 2004;21:243-151.
79. Ulusoy N, Bağış YH, Yoldaş Ç. Yeni nesil dentin bonding ajanlar: Uygulama aşamalarının dentin yüzeyine etkilerinin SEM ile incelenmesi. T Klin Diş Hek Bil 1998;4:34-40.

80. Uno S, Abo T, Tanaka T, Sano H. In vitro sealing performance of two one-step adhesive systems in cervical cavities. *J Adhes Dent* 2004;6:211-219.
81. Uno S, Finger WJ. Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. *Quintessence Int* 1995;26:733-8.
82. Urabe I, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Physical properties of the dentin-enamel junction region. *Am J Dent* 2000;13:129-135.
83. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res* 1993;72:495-501.
84. Van Meerbeek B, Pertigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998;26:1-20.
85. Van Meerbek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 1992;71:1530-1540.
86. Van Meerbek B, Lambrechts, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent* 1992;5:111-124.
87. Van Meerbek B, Landuyt KV, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K, Biomat L. Technique-Sensitivity of Contemporary Adhesives. *Dent Mater* 2005;24:1-13
88. Van Meerbek B, Munck JD, Yoshida Y, Inoue S, Vargas MA, Vijay P, Landuyt KV, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent* 2003;28:215-235.

89. Van Noort R. Introduction Dental Materials. 1994 Mosby. England.
90. Wahab FK, Shaini FJ, Morgano SM. The effect of thermocycling on microleakage of several commercially available composite class V restoration in vitro. J Prosthet Dent 2003;90:168-174.
91. Walshaw PR, McComb D. Clinical considerations for optimal dentinal bonding. Quintessence Int 1996;27:619-25. Review.
92. Walshaw PR, Tam LE, McComb D. Bond failure at dentin-composite interfaces with 'single-bottle' adhesives. J Dent 2003;31:117-125.
93. Wang H, Shimada Y, Tagami J. Shear bond stability of current adhesive systems to enamel. Oper Dent 2004;29:168-175.
94. Yazıcı AY, Çelik Ç, Özgünaltay G. Microleakage of different resin composite types. Quintessence int 2004;35:790-794.
95. Yoldaş O, İşçi AŞ, Topuz A. Üç farklı self-etching adeziv sistemin dentine bağlanma dayanıklılığı. EÜ Dişhek Fak Derg 2003;24:113-118.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Sivas'ta doğdum. Kongre Lisesi'nden mezun olduktan sonra 1995 yılında Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde yüksek öğrenimime başladım. 2000 yılında bu fakülteden mezun olduktan sonra 2001 yılı şubat ayında Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalında doktora eğitimime başladım. Aynı yılın Eylül ayında Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım ve halen aynı görevimi sürdürmekteyim.

TEŞEKKÜR

Uzun süren eğitim hayatım boyunca benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme, çalışmalarım boyunca gösterdiği sabır ve yardımlarından dolayı sevgili eşime,

Tez çalışmalarımın tamamlanmasını sağlayan ve çalışmalarımı yürütmem için imkan tanıyan danışmanım Sn. Yrd. Doç. Dr. Feridun Hürmüzlü'ye,

Bizlere araştırma imkanlarını sağlayan dekanımız Sn. Prof. Dr. Bülent Bek'e,

Tezimin istatistik çalışmalarını tamamlamamda büyük yardımlarından dolayı üniversitemiz biyoistatistik bölümü öğretim üyelerinden Sn. Ziyet Çınar'a,

Tezimin deney aşamasındaki yardımlarından dolayı üniversitemiz Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü öğretim üyelerinden Sn. Prof. Dr. Sezai Elagöz'e,

Yoğun çalışmaları arasında benden yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Dt. Özden Özel ve Dr. U. Kahraman Gürsoy'a

Tez çalışmamın çeşitli aşamalarında tecrübelerini ve bilgilerini benimle paylaşan Yrd. Doç. Dr. Şeyda Hergüner Siso ve Yrd. Doç. Dr. İhsan Hubbezoğlu'na

Ayrıca bu çalışmada yardım ve desteklerini gördüğüm burada isimlerini sayamadığım tüm tanıdık ve dostlarıma

Sonsuz teşekkürlerimi iletmeyi borç bilirim.