

# Lazerle aktive edilen beyazlatma sonrası uygulanan farklı restoratif materyallerin makaslama bağlanma dayanımı kuvvetlerinin değerlendirilmesi

Barış Karabulut (\*), Deniz C. Can-Karabulut (\*\*), Sevgi L. Özyeğin (\*\*\*)

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı diyet lazerle aktive edilmiş hidrojen peroksit içerikli beyazlatma uygulamasını takiben siloran ve dimetakrilat bazlı kompozit rezin ve "self-etch", "total-etch" adezivleri içeren farklı restoratif materyallerin mineye makaslama bağlanma dayanımı kuvvetlerinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla çekilmiş dişlerin düzleştirilmiş labiyal mine yüzeylerine %38 hidrojen peroksit içeren jel uygulanmış ve diyet lazer ile aktive edilmiştir. Restoratif materyaller, beyazlatma işleminden sonra üç haftalık bekleme süresini takiben mine yüzeylerine uygulanmış ve makaslama bağlanma dayanımı testi gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler, beyazlatma sonrası uygulanan restoratif sistemlerin makaslama bağlanma dayanımı değerlerinde anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir. Aktive edilmiş hidrojen peroksit uygulanan mine yüzeylerindeki yapısal değişikliklerin ileri çalışmalarla incelenmesi yararlı olacaktır. Beyazlatma işlemleri sonrasında siloran ve dimetakrilat bazlı kompozit restoratif sistemlerin tek basamaklı "total-etch" ve iki basamaklı "self-etch" adezivleriyle birlikte kullanılmasının, dimetakrilat bazlı kompozit rezin ve tek basamaklı ("all-in-one") "self-etch" adeziv kombinasyonuna göre daha uygun olacağı düşünülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** *Bağlayıcı ajan, beyazlatma, dimetakrilat, siloran*

## SUMMARY

**Evaluation of shear bond strength values of various restorative materials applied after diode laser activated bleaching**

The aim of this study was to evaluate enamel bond strength of various restorative systems containing silorane or dimethacrylate-based composite resins and self-etch and total-etch adhesives after hydrogen peroxide bleaching, activated by a diode laser. For this purpose a 38% hydrogen peroxide gel was applied onto sound flattened labial enamel surfaces and activated by diode laser. Restorative systems were applied onto power bleached enamel surfaces after a waiting period of three weeks, and shear bond adhesion test was performed. Statistical analysis showed significant influence of the variable, different restorative systems on shear bond strength to enamel. The data suggest that application of different restorative systems may provide various shear bond strengths to enamel after power bleaching. Further studies examining the structural changes of activated hydrogen peroxide treated enamel are needed. Application of silorane and dimethacrylate-based composite restorative systems containing two-step self-etch or one-step total-etch adhesives may be more convenient rather than the application of dimethacrylate-based composite restorative systems containing all-in-one self-etch adhesives after power bleaching.

**Key words:** *Bonding agent, bleaching, dimethacrylate, silorane*

## Giriş

Vital beyazlatma işlemleri için %30-35 gibi yüksek oranda hidrojen peroksit salan ajanların kullanımı oldukça yaygındır. Beyazlatma işlemini hızlandırmak veya daha etkili hale getirmek için ağartma ajanının ışık, ısı veya lazerle aktivasyonu tanımlanmıştır. Bunlar aktive edilen beyazlatma işlemleri olarak tanımlanır (1). Diyet lazerlerin beyazlatma işlemlerinde kullanıldığını bildiren çalışmalar mevcuttur (2-9).

Bazı klinik uygulamalarda beyazlatma işlemlerinden sonra adeziv restorasyonlara ihtiyaç duyulabilmektedir. Beyazlatma sonrası bağlanma çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır (10,11). Beyazlatma işlemleri ile kompozit rezin uygulamaları arasında belli bir süre beklenmesi gerektiğini öneren çalışmalar mevcuttur (12-15). Yüzde 38 hidrojen peroksit ile beyazlatma işlemi sonrasında geçen zamanın mineye bağlanma üzerine etkileri araştırılmıştır (16). Araştırmacılar, beyazlatma işlemi ile adeziv restorasyon arasında en az yedi gün bekleme süresi olması gerektiğini önermişlerdir. Resin kompozitler, doldurucu tipi, dağılımı, ortalama partikül büyüklüğü, materyallerin fiziksel ve mekanik özellikleri gibi çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır (17).

Bununla beraber, adeziv teknolojisi çok hızlı ilerlemektedir ve kullanımda olan pek çok yeni adeziv ve kompozit materyal vardır. Günümüzde doldurucu olarak çok daha küçük inorganik partiküller içeren materyaller piyasaya sürülmüştür (nanofil ve nanohibrit kompozitler). Doldurucuların yanı sıra organik rezin matriksin yapısı da kompozit materyallerin özellikleri açısından önem taşımaktadır (18). Günümüze değin tüm kompozit materyaller metakrilatların radikal polimerizasyonu ortak temeline dayanırken, yeni siloran bazlı kompozitler, katyonik zincir açılım işlemi ile polimerize olur (19). Bu yeni grup kompozit materyalin ilk değerlendirmeleri kabul edilebilir mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olduklarını göstermektedir (20).

\* Girne Asker Hastanesi

\*\* Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı

\*\*\*Marmara Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

**Ayrı basım isteği:** Dr. Barış Karabulut, Girne Asker Hastanesi, Mersin 10, Türkiye

**E-mail:** barkarabulut@yahoo.com

**Makalenin geliş tarihi:** 08.02.2010 • **Kabul tarihi:** 18.05.2010

Beyazlatıcı ajanlar gibi oksidanların, bağlanma işlemlerinden hemen önce uygulanmasının bağlanma kuvveti ve adeziv sistemin polimerizasyonu üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu rapor edilmiştir (21). Oksijenin, monomer sistemlerin radikal polimerizasyonunu inhibe ettiği bildirilmiştir (22). Siloran sistemlerdeki katyonik zincir açılım polimerizasyonu ise oksijene duyarlıdır (23). Yeni geliştirilen siloran sistemlerin bu özelliği beyazlatma uygulanan diş yüzeylerine bağlanma dayanımı açısından bir avantaj sağlayabilir. Filtek siloran, hidrofilik bir primer ve hidrofobik bir adeziv rezin içeren, metakrilat bazlı, iki basamaklı, "self-etch" bir bağlayıcı içerir (21,24). Diğer tüm iki basamaklı "self-etch" sistemlerin aksine, siloran adezivin "self-etch" primer ajanı polimerize edilmelidir (24).

Bağlayıcı sistemleri basitleştirme çabaları doğrultusunda tüm içerikler tek şişede birleştirilmiştir (tek basamaklı ("all-in-one") "self-etch" ve tek basamaklı "total-etch" sistemler). Bu sistemlerin teknik hassasiyetin azaltılması, zaman tasarrufu, uygulama zorluklarının ortadan kaldırılması gibi avantajları vardır. Ancak, bu basitleştirilmiş sistemlerin etkinlikleri ve bağlanma ömürleriyle ilgili sorunlar oluşabileceği belirtilmektedir (25). Piyasada bulunan çok çeşitli bağlayıcı sistem uygun materyal seçimini zorlaştırmaktadır (26).

Bu çalışmanın amacı, lazerle aktive edilmiş beyazlatma işleminden 3 hafta sonra farklı bağlayıcı ajanlar ve siloran ve metakrilat bazlı kompozit rezinler içeren çeşitli restoratif sistemlerin mineye makaslama bağlanma dayanımı kuvvetlerini karşılaştırmaktır.

## Gereç ve Yöntem

*Mine yüzeylerinin hazırlanması:* Çalışmada 120 adet çürüksüz daimi premolar diş kullanıldı. Ortodontik amaçla çekilen her bir diş için hastalardan bilgilendirilmiş onam alındı. Dişler, yüzeylerindeki yumuşak doku artıkları temizlendikten sonra %0.5 kloramin solüsyonunda en fazla 1 hafta dezenfekte edildikten sonra -20 °C'de distile suda saklandı. Kronlar, mine-sement birleşim hattının 2-3 mm apikalinden düşük hızda, su soğutması altında elmas testere (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) ile kesildi ve dişlerin pulparları uzaklaştırıldı. Daha sonra kronlar labiyal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde akrilik rezin kullanılarak (Meliodent, Heraeus Kulzer, Dormagen) teflon kalıplara yatay olarak gömüldü. Labiyal yüzeyler 300 ve 600 gritlik silikon karbit zımpara ile su altında düzgün ve standart yüzeyler oluşturmak amacıyla zımparalandı. Örnekler daha sonra distile su ile yıkandı ve zımparadan kalan artıklardan temizlendi. Mine yüzeyleri çatlak veya hipoplastik ku-

surlar açısından stereomikroskopta (Leica, MZ 12, Leica AG, CH-9435 Heerbrugg, İsviçre) incelendikten sonra rastgele 12 gruba ayrıldı.

*Beyazlatma işleminin uygulanması:* Mine yüzeyleri 5 saniye basınçlı su ile yıkandıktan sonra susuz ve yağsız hava spreyi ile 3 saniye kurutuldu. Beyazlatma maddesi olarak jel halinde hidrojen peroksit içerikli "Opalescence Xtra Boost" (Ultradent, UT, ABD) seçildi. Opalescence Xtra Boost, %38 hidrojen peroksit içeren, nötral pH (7) değerine sahip bir beyazlatma sistemidir. İçeriğindeki aktivatör ve beyazlatma ajanı oda ısısına geldikten sonra karıştırılmış ve 0.5-1 mm kalınlığında olacak şekilde mine yüzeylerine uygulanmıştır. İşlem öncesinde dişlere ayrıca asit uygulanmamıştır. Diyet lazerle beyazlatma ajanı aktive edilmiştir. Işık kaynağı uygulama protokolü üretici firma tavsiyeleri doğrultusunda düzenlenmiştir. 815 nm dalga boyunda bir galyum-aluminyum-arsenid (GaAlAs) lazer (Laser Smile Biolase Technology, San Clemente, ABD) mine yüzeylerine devamlı fazda ("continuous mode") sağa sola düzenli el hareketleri ile uygulanmıştır. Cihazın uç kısmı olabildiğince beyazlatma jeline yakın olacak şekilde konumlandırılmıştır. Bir beyazlatma işlemi toplam 10 dakika sürmüş ve lazer aktivasyonu 15 saniyelik 4 uygulama şeklinde toplam 1 dakika olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Uygulamaları yapan hekim uygulamalar esnasında uygulanan lazerin dalga boyuna özel koruyucu gözlük kullanmıştır. Lazer uygulaması beyazlatma ajanı diş sürülür sürülmez uygulanmış, 10 dakikanın sonunda beyazlatma ajanı dişlerden uzaklaştırılmış ve dişler yıkanmıştır. Bu uygulama toplamda 3 kez tekrarlanmış, ilk seanstan 3 gün sonra 2. seans aynı sırayı takip edecek şekilde uygulanmıştır. Bu şekilde iki seans boyunca her örneğe toplam 60 dakika beyazlatma ajanı tatbik edilmiştir.

Kontrol ve deney grubu örnekleri bekleme süreleri boyunca yapay tükürükte 37 °C sıcaklıkta saklanmıştır. Yapay tükürük, insan tükürüğüne benzer şekilde elektrolit içeriği 1.5 mmol/L kalsiyum klorid, 8.2 mmol/L sodyum bikarbonat, 4.8 mmol/L sodyum klorid, 137 mmol/L potasyum klorid, 4 mmol/L potasyum dihidrojen fosfat ve 100 mL deiyonize su ve pH 7 olacak şekilde hazırlanmıştır (12). Yapay tükürük günlük olarak değiştirilmiştir.

*Bağlayıcı ajanların uygulanması ve kompozit rezin çubuklarının hazırlanması:* Estetik restorasyonlar 3 haftalık bekleme süresini takiben üretici firma tavsiyeleri doğrultusunda uygulandı. Adezyon testi ISO/TS 11405 standartlarına göre gerçekleştirildi (27). Uygulama öncesi uygulama sahasının sınırlarını belirlemek amacıyla ortasında 3 mm çapında delik olan adeziv bant mine yüzeylerine yapıştırıldı.

Kullanılan bağlayıcı ajanlar üretici firma tavsiyele-ri doğrultusunda uygulandı (Tablo I, II, III). Işık kay-nağı olarak ışık yoğunluğu 550  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 'den düşük olmamak kaydıyla Quartz-tungsten-halojen (Hilux Ultra Plus, Benlioğlu Dental, İstanbul, Türkiye) ışık cihazı standart modda kullanıldı. Işık cihazının ışık yoğunluğunun kontrolü deney süresince bir radyometre (Model 100, Demetron/Kerr, Danbury, ABD) ile yapıldı.

Bağlayıcı sistemlerin uygulanmasını takiben, 3 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde teflon tüpler yar-dımıyla, adeziv uygulanmış mine yüzeylerine kom-pozit rezin materyaller çubuklar halinde yerleştirildi (Tablo IV). Yerleştirilen kompozit çubuklar her yön-den 40 saniye olmak üzere toplam 160 saniye aynı ışık cihazıyla polimerize edildi. Polimerizasyon son-rasında teflon tüpler uzaklaştırıldı ve kompozit blok-lar herhangi bir hava kabarcığı veya bağlanma ara-yüzeyindeki boşluklar açısından incelendi.

**Makaslama bağlanma dayanımı testi:** Tüm örnekler test öncesinde 24 saat boyunca 37 °C sıcaklıkta dis-tile suda saklandı. Daha sonra, oda sıcaklığında 1.0 mm/dak hıza sahip, Yakın Doğu Üniversitesi (KKTC) Makine Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bu-lunan, test cihazında (Lloyd LRX Universal, Lloyd Instruments, Fareham, Hants, İngiltere) kırma işlemleri gerçekleştirildi (Şekil 1). Makaslama bağlanma daya-nımı kuvvetleri, en yüksek kırılma kuvvetinin (N) bağ-lanma alanına (çap 3 mm) bölünmesi ile hesaplandı ve megapaskal (MPa) cinsinden kaydedildi. Kırılma tipleri-nin tespiti için kırık yüzeyler stereomikroskopta x25 büyütmede (Leica, MZ 12) incelendi. Kırık tipleri adhe-ziv, minede koheziv ve karışık tip (kompozit veya ad-hesiv rezinde koheziv kırıkla beraber adeziv kırığın aynı anda gözlenmesi) olarak sınıflandırıldı (12).

**İstatistiksel analiz:** Tüm veriler (MPa) iki yönlü var-yans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD testlerinde 0.05 önem derecesinde değerlendirildi.

**Tablo I. İki-basamaklı “self-etch” bağlayıcı ajanlar ile ilgili bilgiler**

Grup No	Materyal, Üretici, Sınıf	İçerik	Lot no	Uygulama Aşamaları
1	Clearfil SE Bond Kuraray, Okayama, Japonya İki basamaklı “self-etch”	Primer: 10- Metakriloloksidösil dihidrojen fosfat (MDP), 2- hidroksietil metakrilat (HEMA), hidrofilik dimetakrilat, dl-kamforinon, N,N-dietanol-p-toluidin ve su Bond: MDP, Bisfenol A diglisidilmetakrilat (Bis-GMA), HEMA, hidrofobik dimetakrilat, dl-kamforinon, N,N-dietanol-p-toluidin ve silanlanmış kolloidal silika	Primer: 00752A Bond: 01083A	Primer tek kullanımlık fırça ile uygulandı ve 20 s beklletildi. Yüzey yağ-içermeyen hava spreyi ile uçucu bileşiklerin buharlaşması için hafifçe kurutuldu. Bağlayıcı ajan uygulanıp, nazıkçe hava ile kurutuldu ve 10 s ışıkla polimerize edildi.
2	Clearfil Protect Bond Kuraray, Okayama, Japonya İki basamaklı “self-etch”	Primer:12-metakriloloksidedesilpiridinyum bromid (MDPB), MDP, HEMA, su, hidrofilik dimetakrilat Bond: MDP, HEMA, Bis-GMA, hidrofobik dimetakrilat, dl-kamforinon, N,N-dietanol-p-toluidin, silanlanmış kolloidal silika, sodyum florür	Primer: 00037A Bond: 00058A	Primer tek kullanımlık fırça ile uygulandı ve 20 s beklletildi. Yüzey yağ-içermeyen hava spreyi ile uçucu bileşiklerin buharlaşması için hafifçe kurutuldu. Bağlayıcı ajan uygulanıp, nazıkçe hava ile kurutuldu ve 10 s ışıkla polimerize edildi.
3	AdheSe Ivoclar, Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein İki basamaklı “self-etch”	Primer: dimetakrilat, fosfonik asid akrilat, başlatıcılar, sulu çözelti içindeki stabilize ediciler Bond: dimetakrilat, HEMA, silikon dioksit, başlatıcılar, stabilize ediciler	Primer: K08200 Bond: K05471	Primer mine yüzeylerine bir fırça yardımı ile 15 s boyunca uygulandı. Artık materyal kuvvetli bir hava spreyi ile uzaklaştırıldıktan sonra bağlayıcı ajan uygulandı. Yüzeylere çok nazık bir hava spreyi uygulandıktan sonra, bağlayıcı ajan ışıkla 10 s polimerize edildi.
4	Silorane Sistem 3M ESPE, Seefeld, Almanya İki basamaklı “self-etch”	Silanlanmış silika doldurucu, başlatıcılar, stabilize ediciler Primer: HEMA, gliserofosfat-dimetakrilat (GPDM), mono (2-metakriloloksi) etilfitalat (MMEP), etanol, su Bond: hidrofobik metakrilat, trietilen glikol dimetakrilat (TEGMA), silanlanmış silika doldurucu, başlatıcılar, stabilize ediciler	Primer: 8BB Bond: 8AY	Primer mine yüzeylerine 15 s boyunca masaj yaparak uygulandı. Hafif hava ile kurutulduktan sonra, primer 10 s ışıkla sertleştirildi. Bağlayıcı ajan şişesi iyice çalkalandı ve bağlayıcı mine yüzeylerine uygulandı. Haff hava ile kurutulduktan sonra bağlayıcı ajan 10 ışıkla sertleştirildi.

**Tablo II. Tek basamaklı (“all-in-one”) “self-etch” bağlayıcı ajanlar ile ilgili bilgiler**

Grup No	Materyal, Üretici, Sınıf	İçerik	Lot no	Uygulama Aşamaları
5	Clearfil tri-S Bond Kuraray, Okayama, Japonya Tek şişe “all-in-one self-etch”	MDP, Bis-GMA, HEMA, hidrofobik dimetakrilat, dl-kamforinon, etil alkol, su, silanlanmış koloidal silika	009CA	Bağlayıcı ajan tek kullanımlık fırça ile uygulandı ve 20 s bekletildi. Bütün adeziv yüzey 5 s den fazla süre ile yüksek basınçlı hava ile yeterli derecede kurutuldu ve bağlayıcı ajan tabakası ince olacak şekilde yüzeye yayıldı. Bağlayıcı ajan 10 s ışıkla sertleştirildi.
6	G Bond GC Corp, Tokyo, Japonya Tek şişe “all-in-one self-etch”	4-Metakriloksietiltrimellitit anhidrid, UDMA, dimetakrilat bileşeni, fosforik ester monomer, su, fotobaşlatıcılar	0801111	Bağlayıcı ajan mine yüzeylerine uygulandı ve 5 ila 10 s yüzey üzerinde bekletildi. Daha sonra maksimum basınçlı hava ile 5 s kurutuldu ve 10 s ışıkla sertleştirildi.
7	Optibond All-In-One Kerr Dental, Orange, CA, ABD Tek şişe “all-in-one self-etch”	GPDM, mono ve di-fonksiyonel metakrilat monomerler, sodyum heksaflorosilikat da içeren nano doldurucular, su, aseton ve etil alkol, fotobaşlatıcılar	2731582	Bağlayıcı ajan mine yüzeyine uygulandı. Yüzeyde 20 s boyunca fırçalama hareketi yapıldı. Benzer şekilde 20 s fırçalama hareketi ile beraber bağlayıcı ajan ikinci kez uygulandı. Bağlayıcı ajan önce nazik daha sonra orta şiddette hava ile en az 5 s kurutuldu. Bağlayıcı ajan 10 s ışıkla sertleştirildi.
8	AdheSe One Viva Pen Ivoclar, Vivadent AG, Schaan/ Liechtenstein Tek şişe “all-in-one self-etch”	Bis-akrilamid, su, bis-metakrilamid dihidrojen fosfat, amino asid akrilamid, hidroksi alkil metakrilamid, yüksek oranda dağıtılmış silikon dioksit, katalizörler, stabilizatörler	K10655	Çıtçıt mekanizmasını birkaç kez aktive ederek fırçanın bağlayıcı ajan ile ıslanması sağlandı. Fırçanın ıslanması ile bağlayıcı ajanın sarı rengi görünür hale geldi. Bağlayıcı ajan direkt olarak mine yüzeyine uygulandı ve 30 s den daha az olmamak kaydıyla sürüldüğü yüzey üzerinde bırakıldı. Fazla miktarlar yüksek basınçlı hava ile uzaklaştırıldı ve bağlayıcı ajan 10 s ışıkla sertleştirildi.

**Tablo III. Tek basamaklı “total-etch” bağlayıcı ajanlar ile ilgili bilgiler**

Grup No	Materyal, Üretici, Sınıf	İçerik	Lot no	Uygulama Aşamaları
9	Solobond M Voco, Cuxhaven Almanya Tek basamaklı “total-etch”	Asid: % 34.5 fosforik asit Bond: çok fonksiyonlu monomerler, hidrofilik metakrilatlar, aseton, organik asit türevleri, organik florür bileşeni	0831218	Asid mine yüzeyine 15 s uygulandı. Yıkandı ve kurutuldu. Bağlayıcı ajan nazik bir fırçalama hareketi ile 30 saniye boyunca kaviteye uygulandı ve hava ile nazikçe inceltildi. Bağlayıcı ajan 20 s ışıkla sertleştirildi.
10	Adper Single Bond 2 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD Tek basamaklı “total-etch”	Asid: % 35 fosforik asit Bond: etil alkol, Bis-GMA, silika nanopartiküller, HEMA, gliserol 1,3 dimetakrilat, akrilik asit kopolimer ve itakonik asit, diüretan dimetakrilat, su	7MU	Asid mine yüzeyine 15 s süre ile uygulandı ve 10 s boyunca yıkandı. Kurutulduktan sonra, bağlayıcı ajan birbirini takip eden 2 tabaka şeklinde asitlenmiş mine yüzeyine nazik fırçalama hareketi ile 15 s boyunca uygulandı ve çözücülerin kaviteden uzaklaştırılabilmesi için nazik hava spreyi ile 5 s boyunca inceltildi. Bağlayıcı ajan 10 s ışıkla sertleştirildi.
11	Optibond Solo Plus Kerr Dental, Orange, CA, ABD Tek basamaklı “total-etch”	Asid % 37.5 fosforik asit Bond: Bis-GMA, HEMA, GDMA, GPDM, etanol, doldurucu, başlatıcılar	08-1335	Asid mine yüzeyine 15 s uygulandı. Yıkandı ve hafifçe kurutuldu. Bağlayıcı ajan mine yüzeyine 15 s hafif fırçalama hareketi ile uygulandı. Maksimum 3 s olacak şekilde hafifçe hava ile inceltildi. 20 s ışıkla sertleştirildi.
12	Tetric N- Bond Ivoclar, Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein Tek basamaklı “total-etch”	Asid: % 37 fosforik asit Bond: fosforik asit akrilat, HEMA, Bis-GMA, üretan dimetakrilat, etanol, nanodoldurucular, katalizörler, stabilize ediciler	L03742	Fosforik asid mine yüzeyine uygulandı ve 30 s sonra su ile yıkandı. Bağlayıcı ajan uygulandı ve en az 10 s boyunca fırçalandı. Fazlalıklar uzaklaştırıldı. Bağlayıcı ajan 10 s ışıkla sertleştirildi.



Şekil 1. Makaslama bağlanma dayanımı testinin gerçekleştirilmesi

**Tablo IV. Kullanılan kompozit rezinler ile ilgili bilgiler**

Grup No	Materyal, Üretici, Sınıf, Lot no	İçerik
1,2,5	Clearfil Majesty Posterior Kuraray, Okayama, Japonya Nano-hibrid 00001C	Resin matris: Bis-GMA, TEGDMA, hidrofobik aromatik dimetakrilat, dl-kamforkinon Doldurucu: nano ve mikro inorganik doldurucu. Silanlanmış cam seramikler, yüzeyi işlenmiş alumina micro doldurucu. % 82 hacim-92 % ağırlık
3,8	Tetric Ceram Ivoclar, Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein Micro-hibrid K11744	Resin matris: Bis-GMA, trietilen glikol dimetakrilat, ürethan dimetakrilat Doldurucu: baryum cam, Ba-Al-F-Si-cam, yittriyum triflorür, yüksek oranda saçılmış silikon dioksit, küresel şekilli oksit; % 60 hacim-% 79 ağırlık. Partikül büyüklüğü 0.04 -3 µm
4	Filtek Silorane 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD Micro-hibrid 8CN	Resin matris: 3,4-Epoxycyclohexylethylcyclopolymethylsiloxane, bis-3,4-epoxycyclohexylethylphenylmethylsilane Doldurucu: silanize edilmiş kuartz; yitriumflorür % 55 hacim-% 76 ağırlık. 0.1-2 µm
6	Gradia Direct- Posteriors GC Corp, Tokyo, Japonya Micro-hibrid 0711141	Resin matris: ürethan dimetakrilat, dimetakrilat, kamforkinon Doldurucu: fluoro alumino-silikat cam, silika tozu, organik doldurucu
7,11	Premise Kerr Dental, Orange, CA, ABD Nano-hibrid 06-1312	Resin matris: Bis-EMA, TEGDMA Doldurucu: 0.02 µm, 0.4 µm ve önceden polimerize edilmiş doldurucu. %71 hacim-%84 ağırlık
9	Grandio Voco, Cuxhaven, Almanya Nano-hibrid 771060	Resin matris: Bis-GMA, dimetakrilat, ürethan dimetakrilat, trietilenglikol dimetakrilat Doldurucu: cam-seramik (mikro doldurucu) 1 µm, SiO2 (nano doldurucu) 20-60 nm. %71.4 hacim - % 87 ağırlık
10	Filtek Z250 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD Micro-hibrid 7XE	Resin matris: Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA Doldurucu: zirkon/silika 0.01-3.5 µm. % 60 hacim- % 84 ağırlık
12	Tetric N- Ceram Ivoclar, Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein Nano-hibrid K12971	Resin matris: dimetakrilatlar Doldurucu: baryum cam, yittriyum triflorür, karışık oksitler ve kopolimerler. %57 hacim- % 80 ağırlık. 40 nm-3000 nm.

## Bulgular

En yüksek, en düşük ve ortalama makaslama bağlanma kuvvetleri ile kırık tipleri yüzdeleri Tablo V'de gösterilmiştir. Mine yüzeylerinden hidrojen peroksit jelin uzaklaştırılmasından 3 hafta sonra uygulanan çeşitli kompozit rezin materyallerin mineye makaslama bağlanma dayanımı değerleri şu şekildedir; Grup 1; 16.27±2.58 MPa, Grup 2; 17.78±3.23 MPa, Grup 3; 15.63±3.72 MPa, Grup 4; 17.43±1.86 MPa, Grup 5; 14.47±1.98 MPa, Grup 6; 14.40±2.79 MPa, Grup 7; 15.33±3.83 MPa, Grup 8; 14.81±2.87 MPa, Grup 9;

21.64±3.33 MPa, Grup 10; 21.52±5.38 MPa, Grup 11; 22.00±4.41 MPa, Grup 12; 19.42±2.88 MPa. Farklı restoratif sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık (ANOVA, Tukey HSD, p<0.05) gözlenmiştir. Grup 9, 10 ve 11 istatistiksel olarak 1, 3, 5, 6, 7, ve 8. gruplardan anlamlı oranda farklılık göstermiştir. Öte yandan Grup 2 ve 4 ile diğer tüm gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Tek basamaklı "total-etch" adezivlerin uygulandığı gruplarda adeziv kırıklara daha az sıklıkla rastlanmıştır.

**Tablo V. Makaslama bağlanma kuvvetlerinin ortalama (MPa), standart sapma, alt-üst sınır ve minedeki kırık tiplerinin yüzdesi**

Grup No	Gruplar	Ortalama±SD	Alt-üst sınır	İstatistik kategori	Adeziv kırık (%)	Koheziv kırık (%)	Karışık kırık (%)
1	Clearfil SE Bond/ Clearfil Majesty Posterior	16.27±2.58	12.99-20.18	a.c	6 (60)	-	4 (40)
2	Clearfil Protect Bond/ Clearfil Majesty Posterior	17.78±3.23	13.22-24.34	a.b.c	4 (40)	-	6 (60)
3	AdheSe/Tetric Ceram	15.63±3.72	9.48-19.53	a.c	6 (60)	-	4 (40)
4	Silorane system adhesive/Filtek Silorane	17.43±1.86	15.35-21.63	a.b.c	4 (40)	-	6 (60)
5	Clearfil tri-S Bond/ Clearfil Majesty Posterior	14.47±1.98	11.43-17.74	a	8 (80)	-	2 (20)
6	G Bond/Gradia Direct- Posteriors	14.40±2.79	8.62-18.76	a	8 (80)	-	2 (20)
7	Optibond All-In One/ remise	15.33±3.83	9.34-20.19	a.c	6 (60)	-	4 (40)
8	Adhese One Viva Pen / Tetric Ceram	14.81±2.87	11.68-18.97	a.c	6 (60)	-	4 (40)
9	Solobond M/Grandio	21.64±3.33	15.34-26.34	b	1 (10)	-	9 (90)
10	Adper Single Bond/ Filtek Z250	21.52±5.38	10.44-28.92	b	1 (10)	-	9 (90)
11	Optibond Solo Plus/ Premise	22.00±4.41	17.49-25.38	b	0 (0)	-	10 (100)
12	Tetric N Bond/Tetric N Ceram	19.42±2.88	15.84-24.57	b.c	2 (20)	-	8 (80)

İstatistik kategori: Aynı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmayan grupları göstermektedir (p> 0.05) Tukey HSD

## Tartışma

Adeziv materyallerin mineye bağlanma potansiyelleri mine yüzeyine bağlanma öncesinde uygulanan uygulamalardan direkt olarak etkilenmektedir (28). Bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, lazerle aktive edilmiş beyazlatma işlemi sonrası farklı restoratif sistemlerin mineye bağlanma kuvvetlerinin farklı olduğu görülmüştür.

Buchalla ve Attin'e göre tek seans beyazlatma işlemleri en uygun sonuca ulaşmak için genellikle yetersiz kalmaktadır (1). Joiner beyazlatma çalışmalarında tükürük kullanımının önemini belirtmiştir (29). Çalışmamızda bu faktörler doğrultusunda, çok seanslı uygulama, insan tükürüğüne benzer elektrolit içeri-

ğe sahip yapay tükürük ve nötr pH değerinde beyazlatma ajanı tercih edilmiştir. Makaslama bağlanma dayanımı çalışmaları, her ne kadar mikro makaslama ve çekme çalışmalarına nazaran adezyon konusunda daha sınırlı veriler sağlasa da, örneklerin ve test düzeneğinin daha kolay hazırlanması ve elde edilen değerlerin klinik kullanıma katkı sağlaması açısından hala kullanılmaktadır (23). Luk ve ark. beyazlatma sistemlerinin etkinliklerinin ışıkla anlamlı oranda arttığını, ancak dişte bir ısı artışı oluştuğunu bildirmişlerdir (30). Hidrojen peroksidin mine üzerinde kimyasal veya morfolojik etkilerine (12,15,31-33) bağlı olarak kompozit rezinler için düşük bağlanma kuvvetleri elde edildiği ve artık oksijenin dış yüzeyin-

den tam olarak uzaklaşması için bir bekleme süresi (1-3 hafta) gerektiği bildirilmiştir (12-16).

Tek basamaklı "total-etch" adeziv sistemlerin kullanıldığı 9, 10, 11 ve 12. gruplarda en yüksek bağlanma dayanımı kuvvetleri elde edilmiştir. Bu sonuç, beyazlatılmış mine yüzeyine değişik adhezivlerin bağlanma dayanımlarının karşılaştırıldığı Gürkan ve ark.nın yaptıkları çalışmanın sonuçları ile uyumludur (10). Araştırmacılar, beyazlatma tedavileri sonrası kullanılan "total-etch" sistemlerle "self-etch" sistemlere göre daha yüksek bağlanma kuvvetleri elde edildiğini bildirmişlerdir. Beyazlatma ajanının ısıyla aktivasyonunun beyazlatılan mine yüzeyinde görülen mikromorfolojik yüzey değişikliğini tetiklediği veya artırdığı yönünde net bir kanıt yoktur (1). Ancak, beyazlatma işlemi ilave ısıyla aktive edildiğinde minenin dehidratasyonunun artacağı muhtemeldir (1). Bu da, ıslanabilirliği ciddi olarak azaltır ve hidrofilik primer sistemlerin bağlanma başarısızlığına yol açabilir (34). "Total-etch" sistemlerdeki yıkama işlemi teorik olarak artık oksijenin yüzeyden uzaklaştırılmasına katkı sağlar (21).

Restorasyon kenarlarında boşluk oluşumunu önlemek ve büzülme kuvvetlerine karşı koyabilmek için bağlanma kuvvetlerinin 17-20 MPa olması gerektiği öne sürülmüştür (35). Siloran adeziv sistem ve filtek siloran kompozitin birlikte kullanıldığı grupta, büzülme kuvvetlerine karşı koymaya yetecek ve klinik gereksinimleri karşılayacak ortalama 17.43 MPa bağlanma kuvveti elde edilmiştir. Ancak, siloran adeziv ile elde edilen hibrid tabakasının ve bu tabakanın uzun dönem dayanıklılığının ileri çalışmalarla incelenmesi gereklidir (24).

Tek şişe "self-etch" ("all-in-one") sistemlerin üreticileri, işlem yapılmamış mine yüzeylerinde bu sistemleri uygulamadan önce fosforik asid kullanımını önermektedirler. Ancak bu çalışmada, düzleştirilmiş mine yüzeyleri kullanıldığından bu sistemler direkt uygulanmışlardır. Bu gruplarda, iki basamaklı "self-etch" ve tek basamaklı "total-etch" sistemlere göre düşük bağlanma kuvvetleri elde edilmiştir. Bu tip basitleştirilmiş tek şişe "self-etch" bağlayıcı ajanların yapılarında yüksek oranda hidrofilik monomer ve su bulunmasının polimerizasyonun ideal seviyede olmasını engellediği düşünülmektedir (24). Ayrıca bu tip bağlayıcı sistemlerde çözücünün hava ile kurutma sonrasında yüzeyden tam olarak uzaklaştırılmaması polimerizasyona zarar verip bağlanma kuvvetlerini düşürebilir (36). Bütün bunlara rağmen, sonuçta adezivlerin tek gerçek kalite kıstasının uzun dönem klinik performansları olduğu rapor edilmiştir (37).

Bu çalışmadaki sonuçlar laboratuvar şartlarında elde edilmiştir ve in vivo koşullarla karşılaştırılmaları

gereklidir (38). Ayrıca, günümüzde piyasada çok sayıda farklı bağlayıcı sistem, rezin kompozit ve kompomere bulunmaktadır (39). Örneğin doldurucu parçacıklar içeren tek basamaklı bağlayıcı sistemler de vardır ve yoğunluğun yüksek olduğu bu sistemlerde mineye bağlanma kuvvetlerinin yoğunluktan dolayı daha düşük olup olmayacağını araştırılması gereklidir (40). Adeziv sistemlerde bulunan monomerlerin hem bireysel konsantrasyon ve özellikleri, hem de birbirleriyle olan ilişkileri polimerizasyonda elde edilen çapraz bağlanmanın başarısını dolayısıyla da adhezivin mekanik özelliklerini belirler (36). İçerikteki farklılıklardan dolayı farklı adeziv ve kompozitlerde elde edilen sonuçlar da farklı olmaktadır. Farklı materyallerle ileri çalışmalara ihtiyaç vardır (39).

Kullanılan materyal özelliklerinin yanında, diş yüzeyine uygulanan işlemler de sonuçları etkileyen faktörlerdendir. Araştırmacılar, aktive edilmiş hidrojen peroksid uygulamasının bağlanma kuvvetlerini etkileyebileceğini ve aktive edilmemiş beyazlatma işlemlerine kıyasla adeziv restorasyona geçmeden önce daha uzun bir bekleme süresi gerekebileceğini bildirmişlerdir (41).

Bu çalışmada, farklı restoratif sistemlerin aktive edilmiş hidrojen peroksid ile beyazlatma sonrası mineye bağlanma kuvvetlerinin farklı olduğu gözlenmiştir. İn vitro çalışma şartları göz önüne alındığında, lazerle aktive edilmiş hidrojen peroksid uygulanan mine yüzeylerindeki yapısal değişikliklerin ve bu tip mine yüzeylerinin adezyon özelliklerinin daha ileri in vivo çalışmalar ile araştırılmasının gerekli olduğu görülmüştür. Farklı restoratif sistemler mine yüzeyinde farklı makaslama bağlanma dayanımı değerlerine sebep olabilmektedir. Lazerle aktive edilmiş beyazlatma işlemleri sonrasında, iki basamaklı "self-etch" ve tek basamaklı "total-etch" bağlayıcılar içeren siloran ve dimetakrilat bazlı kompozit restoratif sistemlerin kullanılması, tek basamaklı "all-in-one self-etch" içeren dimetakrilat bazlı restoratif sistemlere göre daha fazla tercih edilebilir.

### Teşekkür

Yazarlar makaslama bağlanma dayanımı testinin gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Dr. Ali Evcil'e teşekkürlerini sunarlar.

### Kaynaklar

1. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser-a systematic review. Dent Mater 2007; 23: 586-596.
2. Wetter NU, Barroso MC, Pelino JE. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study. Lasers Surg Med 2004; 35: 254-258.

3. Zhang C, Wang X, Kinoshita J, et al. Effects of KTP laser irradiation, diode laser, and LED on tooth bleaching: a comparative study. *Photomed Laser Surg* 2007; 25: 91-95.
4. Wetter NU, Walverde D, Kato IT, Eduardo C de P. Bleaching efficacy of whitening agents activated by xenon lamp and 960-nm diode radiation. *Photomed Laser Surg* 2004; 22: 489-493.
5. Wetter NU, Branco EP, Deana AM, Pelino JE. Color differences of canines and incisors in a comparative long-term clinical trial of three bleaching systems. *Lasers Med Sci* 2009; 24: 941-947.
6. Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, et al. Diode laser-activated bleaching. *Braz Dent J* 2004; (Spec Issue 15): 3-8.
7. Patel A, Louca C, Millar BJ. An in vitro comparison of tooth whitening techniques on natural tooth colour. *Br Dent J* 2008; 204: 516-517.
8. Sulieman M, Rees JS, Addy M. Surface and pulp chamber temperature rises during tooth bleaching using a diode laser: a study in vitro. *Br Dent J* 2006; 200: 631-634.
9. Lin CH, Chou TM, Chen JH, et al. Evaluation of the effect of laser tooth whitening. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 415-418.
10. Gurgan S, Alpaslan T, Kiremitci A, Cakir FY, Yazici E, Gorucu J. Effect of different adhesive systems and laser treatment on the shear bond strength of bleached enamel. *J Dent* 2009; 37: 527-534.
11. Montalvan E, Vaidyanathan TK, Shey Z, Janal MN, Caceda JH. The shear bond strength of acetone and ethanol-based bonding agents to bleached teeth. *Pediatr Dent* 2006; 28: 531-536.
12. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 84: 363-368.
13. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001; 26: 597-602.
14. Barbosa CM, Sasaki RT, Florio FM, Basting RT. Influence of time on bond strength after bleaching with 35% hydrogen peroxide. *J Contemp Dent Prac* 2008; 9: 81-88.
15. Swift EJ Jr. Critical appraisal: effects of bleaching on tooth structure and restorations, part II: enamel bonding. *J Esthet Restor Dent* 2008; 20: 68-73.
16. Da Silva Machado J, Cândido MS, Sundfeld RH, De Alexandre RS, Cardoso JD, Sundfeld ML. The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. *J Esthet Restor Dent* 2007; 19: 111-118.
17. Senawongse P, Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *J Esthet Restor Dent* 2007; 19: 265-273.
18. Başeren M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *Biomater Appl* 2004; 19: 121-134.
19. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005; 21: 68-74.
20. Duarte S Jr, Botta AC, Phark JH, Sadan A. Selected mechanical and physical properties and clinical application of a new low-shrinkage composite restoration. *Quintessence Int* 2009; 40: 631-638.
21. Magni E, Ferrari M, Hickel R, Huth KC, Ilie N. Effect of ozone gas application on the mechanical properties of dental adhesives bonded to dentin. *Dent Mater* 2008; 24: 1428-1434.
22. Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Incremental layers bonding of silorane composite: the initial bonding properties. *J Dent* 2008; 36: 560-563.
23. Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mater* 2009; 25: 1338-1346.
24. Navarra CO, Cadenaro M, Armstrong SR, et al. Degree of conversion of Filtek Silorane Adhesive System and Clearfil SE Bond within the hybrid and adhesive layer: an in situ Raman analysis. *Dent Mater* 2009; 25: 1178-1185.
25. Sauro S, Mannocci F, Toledano M, Osorio R, Thompson I, Watson TF. Influence of the hydrostatic pulpal pressure on droplets formation in current etch-and-rinse and self-etch adhesives: A video rate/TSM microscopy and fluid filtration study. *Dent Mater* 2009; 25: 1392-1402.
26. Fabre HS, Fabre S, Cefaly DF, de Oliveira Carrilho MR, Garcia FC, Wang L. Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. *J Dent* 2007; 35: 253-258.
27. ISO-Standards (2003) ISO/TS 11405 Dental Materials-Testing of Adhesion to Tooth Structure Geneva: International Organization for Standardization. 2nd edition. 1-16.
28. Al Wazzan KA. Effect of three endodontic materials on the bond strength of two composite core materials to dentin. *J Prosthodont* 2002; 11: 92-97.
29. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent* 2007; 35: 889-896.
30. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc* 2004; 135: 194-201.
31. Severcan F, Gokduman K, Dogan A, Bolay S, Gokalp S. Effects of in-office and at-home bleaching on human enamel and dentin: an in vitro application of Fourier transform infrared study. *Appl Spectrosc* 2008; 62: 1274-1279.
32. Amaral C, Jorge A, Veloso K, Erhardt M, Arias V, Rodrigues JA. The effect of in-office in combination with intracoronal bleaching on enamel and dentin bond strength and dentin morphology. *J Contemp Dent Prac* 2008; 9: 17-24.
33. Jiang T, Ma X, Wang Y, et al. Investigation of the effects of 30% hydrogen peroxide on human tooth enamel by Raman scattering and laser-induced fluorescence. *J Biomed Opt* 2008; 13: 14-19.
34. Celiberti P, Pazera P, Lussi A. The impact of ozone treatment on enamel physical properties. *Am J Dent* 2006; 19: 67-72.
35. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res* 1984; 63: 1396-1399.



36. Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ. Bonding of one-step and two-step self-etching primer adhesives to dentin with different tubule orientations. *Acta Odontol Scand* 2008; 66: 159-168.
37. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J* 2005; 24: 1-13.
38. Chiba Y, Rikuta A, Yasuda G, et al. Influence of moisture conditions on dentin bond strength of single-step self-etch adhesive systems. *J Oral Sci* 2006; 48: 131-137.
39. Tunç ES, Sönmez IS, Bayrak S, Eğılmez T. The evaluation of bond strength of a composite and a compomer to white mineral trioxide aggregate with two different bonding systems. *J Endod* 2008; 34: 603-605.
40. Lopes GC, Cardoso PC, Vieira LC, Baratieri LN, Rampinelli K, Costa G. Shear bond strength of acetone-based one-bottle adhesive systems. *Braz Dent J* 2006; 17: 39-43.
41. Can-Karabulut DC, Karabulut B. Shear bond strength to enamel after power bleaching activated by different sources. *Eur J Esthet Dent (Baskıda)*.